

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE ARTES

**EVOLUÇÃO TÉCNICA E EXPRESSÃO ARTÍSTICA:  
A EMERGÊNCIA DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA E A CONDIÇÃO DO ARTISTA  
COMO INDIVÍDUO CRIADOR**

Alberto Lucena Júnior

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

CAMPINAS  
2000

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE ARTES  
MESTRADO EM MULTIMEIOS

**EVOLUÇÃO TÉCNICA E EXPRESSÃO ARTÍSTICA:  
A EMERGÊNCIA DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA E A CONDIÇÃO DO ARTISTA  
COMO INDIVÍDUO CRIADOR**

Alberto Lucena Júnior

Este exemplar é a redação final da  
dissertação defendida pelo Sr. **Alberto  
Lucena Barbosa Junior** e aprovada pela  
Comissão Julgadora em 11/09/2000

Prof. Dr. Júlio Plaza González  
-orientador-

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Multimeios do Instituto  
de Artes da UNICAMP como  
requisito parcial para a obtenção do  
grau de Mestre em Multimeios sob a  
orientação do Prof. Dr. Julio Plaza  
Gonzales.

CAMPINAS  
2000



DATA	80
CHAMADA	UNICAMP
	9632
Ex.	
MBO BC/	44087
OC.	16-392/01
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
REC	R\$ 11,00
ATA	25/04/01
* CPD	

M-00155148-3

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP

L963e

Lucena Júnior, Alberto

Evolução técnica e expressão artística : a emergência da computação gráfica e a condição do artista como indivíduo criador / Alberto Lucena Júnior. -- Campinas, SP : [s.n.], 2000.

Orientador : Julio Plaza Gonzales.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas , Instituto de Artes.

1. Arte. 2. Animação (Cinematografia). 3. Computação gráfica. 4. Animação por computador. 5. Estética. I. Plaza Gonzales, Julio. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Artes. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de auxílio no período de 1996 à 1998.

Ao artista animador Clóvis Vieira.

Ao professor Fernando Passos.

Ao professor Julio Plaza.



## RESUMO

Neste trabalho fazemos uma abordagem da relação entre técnica e arte em vista das repercussões, no âmbito da criação artística visual, ocasionadas pelo advento da computação gráfica. Procuramos saber de que maneira o computador afeta o trabalho de artistas visuais e se os seus conhecimentos tradicionais continuam válidos no ambiente digital.

Muito se falou da superação de desenhistas, pintores e animadores devido a um tipo diferente de habilidade necessária a quem desejasse experimentar o computador como instrumento de elaboração plástica. O novo artista seria um técnico que passaria a fazer arte escrevendo programas e o valor da arte migraria da imagem final para o programa em si.

Mas a tecnologia caminhou em direção ao artista, procurando reproduzir no computador uma condição natural para a prática visual. Esse direcionamento na verdade existia desde o começo da computação gráfica, para cujo desenvolvimento se contou com a colaboração mútua entre cientistas e artistas.

Verificamos que a tecnologia digital prosperou na medida que incorporou conceitos e métodos tradicionais da arte e da manufatura. Estes princípios foram simulados por meio de algoritmos que se encontram na base dos processos digitais mais sofisticados. A computação gráfica, inclusive, reintroduziu o método na arte. Nestas condições – e ainda contando com a integração e velocidade do universo digital – estes recursos devidamente condicionados à considerações de ordem artística permitem a manifestação de formas válidas de arte, atualizando o artista tecnicamente ao nível das mais avançadas práticas produtivas da sociedade.

## ÍNDICE

RESUMO.....	III
ÍNDICE.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	V
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I	
1. DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO TRADICIONAL.....	7
1.1. A Invenção dos Dispositivos Óptico-mecânicos.....	7
1.2. A Descoberta da Técnica de Animação.....	16
1.3. Os Modelos Artísticos.....	19
1.4. A Ênfase Artística.....	22
1.5. A Industrialização da Animação.....	30
1.6. A Animação Independente e o Fenômeno Disney.....	45
1.7. A Diversificação Estilística e a Busca pela Automatização da Técnica.....	71
CAPÍTULO II	
2. DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO POR COMPUTADOR (1ª Parte).....	96
2.1. Conceitos Básicos e Antecedentes da Computação.....	100
2.2. Década de 1950 – A Estruturação da Tecnologia e a Possibilidade da Arte Intermediada pelo Computador.....	115
2.3. Década de 1960 – Advento da Computação Gráfica.....	127
CAPÍTULO III	
3. DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO POR COMPUTADOR (2ª Parte).....	171
3.1. Década de 1970 – A Busca da Ilusão do Real.....	171
3.1.1. Modelagem.....	176
3.1.2. Iluminação.....	185
3.1.3. Textura.....	187
3.1.4. Pintura Digital.....	190
3.1.5. Animação Digital.....	196
3.1.6. Tecnologia Digital e Produção Artística.....	201
3.2. Década de 1980 – A Arte Produzida Digitalmente.....	216
CONCLUSÃO.....	272
BIBLIOGRAFIA.....	278

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
01- Pintura Pré-Histórica	8
02- Pintura <i>Nu Descendo Uma Escada</i>	8
03- Lanterna Mágica	9
04- Lanterna Mágica	10
05- Exibição da Lanterna Mágica	10
06- Espetáculo com Lanterna Mágica	11
07- Thaumatrope	12
08- Stroboscope	12
09- Phenakistoscope	12
10- Zoetrope	12
11- Teatro Óptico	13
12- Fotografias de Cavalo em Movimento	15
13- Filme <i>The Enchanted Drawing</i>	17
14- Filme <i>Humorous Phases of Funny Faces</i>	17
15- Filme <i>The Haunted Hotel</i>	18
16- HQ <i>Histoire Sans Paroles – Un Arroseur Public</i>	20
17- Filme <i>Arroseur et Arrosé</i>	20
18- HQ <i>Dreams of the Rarebit Fiend</i>	21
19- Filme <i>The Dream of a rarebit Fiend</i>	21
20- Ilustração <i>The Lightning Sketcher</i>	21
21- Filme <i>Peinture à L'envers</i>	21
22- Ilustração <i>Distant Lens Enchantment to the View</i>	23
23- Filme <i>Fantasmagorie</i>	24
24- Filme <i>Le Ratapeur de Cervelles</i>	24
25- HQ <i>Little Nemo In Slumberland</i>	25
26- HQ <i>Little Nemo In Slumberland</i>	26
27- HQ Detalhe de <i>Little Nemo In Slumberland</i>	26
28- HQ <i>Midsummer Day Dreams</i>	26
29- Ilustração Mosquito	27
30- Filme <i>Little Nemo</i>	27
31- Filme <i>How a Mosquito Operates</i>	28
32- Cartaz <i>Gertie the Dinosaur</i>	29
33- Ilustração Acetato	34
34- Ilustração Patente da Rotoscopia	36
35- Cartaz <i>Out of the Inkwell</i>	38
36- Ilustração de Stand para animação	39
37- Ilustração do Ciclo de Corrida em Perspectiva	39
38- Gato Felix	41

39- Esboço do gato Felix	42
40- Filme <i>The Non-Stop Fright</i>	42
41- Desenhos do gato Felix	43
42- Filmes <i>Felix Dines and Pines; Sure-Locked Homes</i>	44
43- Filme <i>The Cameraman's Revenge</i>	46
44- Filme <i>Night on Bald Mountain</i>	47
45- Filme <i>Berlin: Die Sinfonie der Grosstadt</i>	48
46- Filmes <i>Allegretto</i> e <i>An Optical Poem</i>	48
47- Filme <i>Die Abenteuer des Prinzen Achmed</i>	49
48- Filme <i>Rainbow Dance</i>	51
49- Filmes <i>John Henry and Inky Poo</i> e <i>Tubby the Tuba</i>	52
50- McLaren trabalhando direto na película de filme	53
51- Filme <i>Begone Dull Care</i>	53
52- Filme <i>Around is Around</i>	54
53- Filme <i>Now is the Time</i>	54
54- McLaren filmando <i>Two Bagatelles</i>	54
55- Filme <i>A Phantasy</i>	54
56- Fotografia da Barra de Pinos	58
57- Desenhos para o filme <i>Branca de Neve e os Sete Anões</i>	59
58- Desenhos para o filme <i>Branca de Neve e os Sete Anões</i>	59
59- Filme <i>Steamboat Willie</i>	61
60- Classe de Estudo de Desenho e Animação no Walt Disney Studio	62
61- Estudo de modelo articulado do W.D.S.	63
62- Estudo de Princípios de Animação no W.D.S.	63
63- Estudo de estruturas anatômicas no W.D.S.	63
64- Uso de maquetes para referência no W.D.S.	63
65- Estudos para animação de substâncias líquidas no W.D.S.	63
66- Estudo de expressão no W.D.S.	63
67- Filme <i>Flowers and Trees</i>	64
68- Layouts de figurino, personagem e cenário do W.D.S.	65
69- Layout para movimento de câmara no W.D.S.	65
70- Storyboard no W.D.S.	65
71- Câmara de Múltiplos Planos de Disney e fotograma de Branca de Neve	66
72- Fotografia para percepção dos Princípios de Animação	69
73- Desenhos do Pato Donald	69
74- Esboço para o filme <i>The Fox and the Hound</i>	69
75- Filme <i>Branca de Neve e os Sete Anões</i>	71
76- Desenhos de Betty Boop, Popeye e Olivia Palito	73
77- Desenho do Superman	74
78- Personagens da Warner Brothers	75
79- Fases do desenho de Pernalonga	76
80- Seqüência de desenhos do personagem Coiote	77
81- Desenhos do Tom e Jerry	78
82- Filme <i>Gerald McBoing-Boing</i>	79
83- Filmes <i>The Brotherhood of Man</i> e <i>Fudget's Budget</i>	80
84- Filme <i>Rooty-Toot-Toot</i>	80

85- Filme <i>Toot Whistle, Plunk and Boom</i>	81
86- Filmes <i>Dumbo</i> e <i>The Three Caballeros</i>	82
87- Filme <i>Winky Dink and You</i>	83
88- Filmes <i>Os Flintstones</i> e <i>Os Jetsons</i>	84
89- Desenho da Pantera Cor de Rosa	84
90- Filme <i>A Dama e o Vagabundo</i>	86
91- Filme <i>A Bela Adormecida</i>	86
92- Filme <i>Yellow Submarine</i>	88
93- Filme <i>Fritz the Cat</i>	89
94- Animação totalizada	93
95- Osciloscópio e fotograma do filme <i>Abstronic</i>	94
96- Fotos de Mosaico; Render e Imagem mostrando os pixels do vídeo	101
97- Desenho Mecânico	103
98- Ábaco	105
99- Pascalina	107
100- Máquina Analítica e Gráfico do seu funcionamento	109
101- Tabuladora Elétrica com Perfurador de Cartão	110
102- Computador ENIAC	113
103- Imagem televisiva do gato Felix	116
104- Computador Whirlwind e operador do sistema SAGE	118
105- Evolução dos Circuitos	120
106- Linguagens de programação de Alto Nível	121
107- Truca e Pêndulos de John e James Whitney	124
108- Computador Analógico de John Whitney e imagens típicas	125
109- Modelo Aramado 3D	130
110- Protótipo da Mesa Digitalizadora	132
111- Esquema de Exibição de Imagem Digital	134
112- Sketchpad	135
113- Desenho Interativo	136
114- Sistemas Gráficos TYPE 30 e DAC-1	136
115- Sistema IBM 360	137
116- Fluxo do som Analógico-Digital	138
117- Ilustração do funcionamento do Teclado e do Joystick	139
118- Exemplos de Código e Número Binário	140
119- Diagrama de Algoritmo	140
120- Diagrama de Sistemas 2D/3D de Coordenadas Cartesianas	141
121- Diagrama de Gráfico Vetorial e Matricial	142
122- Diagrama de Coordenadas para Cubo 2D/3D e Árvore Hierárquica	143
123- Diagrama da Pirâmide de Visão	144
124- Ilustração da Remoção de Linhas Ocultas	145
125- Ilustração da Discretização Espacial de Imagem	146
126- Diagrama do CRT (Cathode Ray Tube)	147
127- Diagrama da formação de Imagem Raster e Vetorial	148
128- Diagrama das abordagens da Animação Computadorizada	151

129- Filmes <i>Simulation of a Two-Gyro Gravity-Gradiente Attitude Control System e Force, Mass and Motion</i>	153
130- Filme <i>A Computer Technique for the Production of Animated Movies</i>	155
131- Animação do Sistema Genesys	157
132- Scanimate System	158
133- Ilustração do Algoritmo de Superfície Oculta e Protótipo do Capacete com Visor Estereoscópico	159
134- Ilustração da Tonalização Facetada	160
135- Filme <i>Humingbird</i>	167
136- Filme <i>Lapis</i>	167
137- Filme <i>Permutations</i>	168
138- Filme <i>Poem-Fields</i>	170
139- Foto do Computador Pessoal ALTO	174
140- Diagrama de Splines	178
141- Ilustração do Fragmento Bicúbico	178
142- Ilustração da Curva de Koch e Modelagem por Fractais	180
143- Primitivas Geométricas 3D	181
144- Manipulação de objetos no Espaço Cartesiano 3D	182
145- Geometria Sólida Construtiva e Modelagem de Forma Livre	182
146- Exemplos de Extrusão, Revolução e Seção Transversa	183
147- Conjunto de Mandelbrot	185
148- Modelos de iluminação de Gouraud e Phong	186
149- Diagrama e imagem de Bump Mapping	189
150- Efeito Atmosférico e Mapeamento de Ambiente	189
151- Fotografia do Superpaint com sua primeira imagem	192
152- Árvore de Munsell, Gráfico dos Vetores de Cor no Espaço 3D e Cubo de Cor	194
153- Gráficos do Hexágono e Cone de Cor	195
154- Gráfico de Interpolação por Keyframe, uso de Esqueleto e Fotogramas do Filme <i>Hunger</i>	198
155- Sistema de Animação Digital por Múltiplos Planos	199
156- Ilustração dos Personagens Madame Medusa e Bernard do Filme <i>The Rescuers</i>	202
157- Filme <i>Wizards</i>	202
158- Filme <i>Futureworld</i>	205
159- Ilustração <i>P193B</i>	208
160- Filme <i>Olimpiad</i>	209
161- Filmes <i>Sunstone</i> , <i>Voyager</i> e <i>Vol Libre</i>	210
162- Telas de Videogames	212
163- Foto do Macintosh Original e Propaganda de Lançamento	222
164- Imagem de Ray Tracing e esquema da Árvore de Raios	228
165- Malha de Polígonos e imagem de Radiosity	229
166- Ilustração de técnicas de Morphing	230
167- Gráficos de Tensão, Continuidade e Desvio	231
168- Diagrama de Metaball e Imagens com os Efeitos de Fusão	235
169- Diagrama de Cinemática Direta e Cinemática Inversa	236

170- Diagrama de Sistemas de Partícula e imagem modelada de vegetal	238
171- Ilustração de Padrões de Deformação	239
172- Exemplo de Modelagem Dinâmica	240
173- Diagrama de Simulações Físicas	241
174- Imagens de Simulação Física	242
175- Gráfico de Animação Comportamental	243
176- Gráfico de Esqueleto e Imagens de Animação Dinâmica	243
177- Imagens de Flock Animation	245
178- Gráficos de Simulação de Crescimento	246
179- Imagens de Simulação de Evolução Genética	248
180- Filmes <i>The Words</i> e <i>Mondo Condo</i>	251
181- Filmes <i>Jornada nas Estrelas II</i> e <i>The Adventures of Andre and Wally B.</i>	252
182- Imagem <i>The Road to Point Reyes</i>	253
183- Filme <i>Tron</i>	256
184- Filme <i>O Caldeirão Mágico</i>	257
185- Filme <i>Uma Cilada para Roger Rabbit</i>	258
186- Desenhos do Homem de Ferro	259
187- Desenhos da HQ <i>Elektra Assassina</i>	260
188- Fotogramas da sequência “Genesys” no filme <i>Jornada nas Estrelas II</i>	261
189- Filmes <i>O Segredo do Abismo</i> e <i>O Exterminador do Futuro II</i>	262
190- Vodeoclip da Música <i>Black or White</i>	262
191- Filme <i>Growth: Mysterious Galaxy</i>	263
192- Filmes <i>Panspermia</i> , <i>Particle Dreams</i> e a Imagem <i>Mutation Y12nd Variant</i>	264
193- Filmes <i>Your Face</i> , <i>Creature Comforts</i> e a pintura <i>Necronom IV</i>	266
194- Esculturas em metal <i>V-X Free Ride Home</i> e imagens computadorizadas <i>Invasion of Cyclopropane</i> , <i>Chrome Solo</i> , <i>Worlds</i> , <i>Atoms at an Exhibition</i> , <i>Polescape</i> e <i>He V-X Fly-by</i>	268
195- Filmes <i>The Adventures of Andre and Wally B.</i> , <i>Luxo Jr.</i> e <i>Tin Toy</i>	271

## INTRODUÇÃO

A arte se fundamenta na técnica. A operação da arte é uma operação da técnica. Mas a arte também opera uma linguagem – que é lícito pensar deva ter surgido com os instrumentos. O trabalho de arte, portanto, envolve uma seção operacional e uma seção expressiva, de tal maneira interligadas ao ponto de existir uma fusão dessas instâncias numa complementaridade de interesses indissociável em que a arte é enriquecida pela sutil exploração da técnica.

Mas existe uma significação diferente nas ações operacionais e expressivas da arte que permite que falemos em termos de arte e técnica separadamente. Entendemos a arte essencialmente como o domínio do indivíduo, do humano; ao passo que a técnica diz respeito às transformações externas. Através da técnica nos impomos sobre a natureza, controlamos suas forças opondo-as por meio de um processo organizado. Outros animais, porém, apresentam atividades orgânicas que encontram semelhanças com tais ações humanas – caso exemplar das abelhas que constroem colméias de acordo com princípios de engenharia, cujas formas geométricas apresentam forte apelo estético. Já por meio da arte atuamos em nosso próprio equilíbrio interno, pois precisamos recriar o mundo como uma forma de compensação aos rigores da experiência no ambiente real – uma capacidade típica do homem (ausente nos outros animais) que nos permite a elaboração de símbolos; neste caso, um objeto plástico, uma forma autônoma e durável de símbolos. Esta capacidade de representação simbólica nos tornou, assim, caracteristicamente humanos. Com a ajuda dos símbolos da arte podemos manifestar impulsos e valores significantes que de outra maneira não teriam como ser comunicados (a emoção, o carinho, o desejo, a simpatia, o amor...) e que nos diferenciam dos outros animais. Isto é visível na própria palavra *pessoa*, que deriva da palavra latina que significa *máscara*, que por sua vez remete a fase primeira da expressão do humano, quando a humanidade procurou elevar-se acima da condição animal valendo-se da decoração do corpo (Mumford, 1986:26).

Por tudo que foi dito não resta dúvida que a arte se revela, substancialmente, no âmbito da expressão – expressão através de símbolos estéticos, para cuja materialização a técnica colabora. Nesse instante se dá a fusão à qual nos referimos, em vista da formulação do símbolo estético. A técnica envolveria tanto o manuseio de instrumentos quanto a formulação de processos que permitem levar a cabo a tarefa de formalização da arte. Mas para que isto aconteça é ainda necessário o emprego de uma linguagem. Interpõe-se entre a técnica e a arte uma linguagem para que a técnica possa viabilizar a expressão artística. Os componentes dessa linguagem são a matéria-prima de toda informação visual, compreendendo o alfabeto básico apenas cinco elementos: linha, superfície, volume, luz e cor. A possibilidade de manipulação desses elementos, a flexibilidade em poder trabalhar cada um individualmente, é fator determinante na qualificação do instrumento utilizado na prática artística. Sendo componentes do processo visual, estes elementos expressivos adequadamente manipulados em acordo a uma sintaxe plástica permite “atingir a mais pura terminologia visual do significado formal” (Dondis, 1991:203). É aí que reside todo o poder expressivo do desenho e da pintura. Seus meios (lápis e pincel) oferecem acesso direto e amplo controle dos elementos e estratégias da comunicação visual – algo fora do alcance da câmara fotográfica (dispositivo de grande impacto na trajetória imagística do homem).



A despeito da exatidão informativa da câmara, sua falta de liberdade em proporcionar controle total dos elementos básicos da sintaxe visual implicava num certo grau de anulação expressiva do artista, motivo que inviabilizou a fotografia enquanto forma válida de arte (o que vem reforçar a instância da arte como apontada aqui).

Porém, quando se conseguiu projetar fotografias de maneira contínua numa tela, o cinema pôde desfrutar de uma linguagem própria e fazer arte para consumo industrial. Entretanto, o universo plástico do cinema ficava restrito às imagens capturadas da realidade, ainda que encenadas. A união do desenho e da pintura com a fotografia e o cinema superou esta limitação através do cinema de animação, que podia fazer uso das formas ilimitadas das artes gráficas explorando as características cinematográficas do filme.

O fato de fazer cinema a partir de desenhos e pinturas fazia o filme de animação ser apreciado de maneira diferente do cinema de ação ao vivo, exigindo a formulação de regras artísticas próprias, as quais vieram a ficar conhecidas como os princípios fundamentais da animação – abordagens de desenho baseadas na observação do movimento que resultaram em conceitos básicos capazes de proporcionar encenação convincente às figuras criadas no papel. A animação passava a contar com uma linguagem.

Apesar de uma série de aperfeiçoamentos no sistema produtivo do filme de animação, a confecção de um desenho animado permanecia uma tarefa atrelada a um processo artesanal anacrônico bem no seio do processo industrial, pois a etapa de desenho e pintura seguia reproduzindo os métodos tradicionais há muito conhecidos. Considerando as dezenas, centenas de milhares de desenhos necessários à realização de um filme de animação, dá para imaginar os entraves existentes para se atingir um regime de produção equivalente ao potencial expressivo desta arte. O advento de uma técnica que eliminasse os entraves de ter de criar cada desenho (automatizando tarefas) ao mesmo tempo que mantivesse o controle dos elementos de sintaxe visual como obtidos pelo desenho e pela pintura, significaria o renascimento da animação. Da mesma forma, seus efeitos na área específica das artes plásticas seria retumbante. Possivelmente novas formas de exploração visual emergiriam, ajustando o passo das tradicionais belas artes ao ritmo acelerado da sociedade pós-capitalista que anseia por novos paradigmas estéticos e experiências sensoriais por meio de imagens (meio adequado para a comunicação num mundo de rápidas transformações).

Pois bem. A computação gráfica veio a ser esta técnica. Já é possível verificar o seu impacto. O cinema de animação começa a experimentar uma verdadeira revolução; as artes plásticas cada vez mais faz uso dos recursos digitais em produções tradicionais, da mesma forma que procura desenvolver novas aplicações; e ambos, artistas plásticos e animadores (com tanto em comum) vêm procurando explorar os campos ainda indefinidos das mídias interativas, com suas possibilidades fantásticas para entretenimento e educação. No entanto, as tentativas poderiam ser mais frutíferas se algumas questões envolvendo o uso dos recursos digitais fossem consideradas pela maioria daqueles que usam ou manifestam interesse em aplicar recursos de computação gráfica em seus projetos artísticos.

Infelizmente, a chegada dos computadores ao campo das artes visuais foi marcada por uma série de equívocos envolvendo o emprego desses equipamentos que se mantiveram (se bem que em níveis menores) até o atual momento e impediram que os efeitos positivos da nova tecnologia fossem melhor desfrutados. Nosso estudo aponta esses equívocos e constata a validade da abordagem do instrumental digital por indivíduos detentores do arsenal de conhecimentos clássicos (teoria e prática tradicionais) da arte.

Quando os primeiros computadores eletrônicos foram construídos na década de 1940, um dos principais problemas enfrentado pelos cientistas envolvidos em tais projetos era conseguir se comunicar com a máquina: dar entrada nos dados e decifrar o resultado fornecido pelo equipamento (Meirelles, 1994:72). Havia um descompasso entre a linguagem mais apropriada à operação da máquina (o sistema binário baseado nos dígitos 0 e 1) e nossa linguagem natural. Para que o computador viesse efetivamente a ter serventia, impunha-se a solução desse problema, que teve início imediatamente à construção daqueles primeiros protótipos. Por todo o tempo, governos, instituições, empresas e indivíduos atacaram este que sempre foi um desafio a impedir o computador de se transformar num equipamento verdadeiramente eficiente. Apenas depois da chegada da interface gráfica, surgida nos anos 70 no laboratório PARC da Xerox, o computador passou a contar com uma maneira que permitia fácil acesso aos seus recursos, criando as condições para a disseminação vertiginosa da informática (o mesmo tendo acontecido nesta década de 1990 especialmente com a Internet, que só iniciou a escalada rumo a popularização ao estreitar sua interface gráfica por volta de meados da década).

Pois logo que a computação mal ensaiara seus primeiros passos rumo a manipulação de gráficos nos anos 60 através do acesso direto aos poucos elementos visuais disponíveis, uma parcela ruidosa de cientistas, programadores, teóricos e mesmo artistas acharam de glorificar o computador como instrumento revolucionário para a arte(já naquele período, com tudo ainda em fase experimental de desenvolvimento) justamente por empregar, na maior parte das máquinas existentes, linguagem de programação baseada em comandos por digitação de códigos alfa-numéricos (muitas vezes nem dispondo de um monitor para ver o gráfico que apenas seria impresso posteriormente), desta maneira afastando-se radicalmente dos métodos tradicionais da arte em que tinham de meter a mão na massa – considerados por eles não só antiquados mas indignos daqueles que pretendiam ser os artistas de uma nova era regida pelo domínio racional da ciência matemática. Esse novo artista tinha de “escrever a arte” valendo-se dos códigos matemáticos (equações numéricas), caracterizando o novo artista como um homem de ciência (um cientista, um engenheiro, um programador). A arte também deixava de ser o que sempre fôra, formulações visuais, passando a ser representada pelo programa de computador que conteria os “gens” da arte (a imagem resultante seria mero sub-produto). Ou seja, a arte passava ao domínio da técnica, era transferida para a fase operacional de sua manifestação, portanto afrontando uma noção arraigada da cultura humana como vista no começo dessa introdução. Pouco ou nada se falava em referência a expressão artística visual, conceitos tradicionais da arte, mesmo porque a nova arte não podia se deixar contaminar por sentimentos e emoções, devendo se pautar pelo rigor da lógica matemática inerente aos sistemas informáticos, formalizados numa impessoal teoria da informação que passaria a fundamentar uma estética também baseada na lógica, na ciência, uma “estética matemática”. O novo artista, claro, não mais seria encontrado em oficinas ou estúdios, mas nos laboratórios das universidades e institutos. Tinha em Abraham Moles um de seus principais ideólogos e divulgadores.

Mas a fragilidade dessas idéias não as fizeram prosperar, ainda mais com as evidências contrárias colocadas a cada dia pelo avanço da informática. Entretanto, alimentou um debate infrutífero que ocupou a mídia e impediu que as questões realmente pertinentes as tarefas de criação artística pudessem ser discutidas. A consequência foi que, ao dispor das mínimas condições para o trabalho efetivo de elaboração visual pelo uso das ferramentas disponibilizadas pela computação gráfica a partir dos anos 80, as pessoas achavam que

bastava ter um computador equipado com um *software* gráfico para poder criar imagens e ser um artista. Daí que acabamos obrigados a assistir ao desfile de uma profusão de “computer art” sem valor artístico algum que prosseguiu até a década atual. As pessoas pareciam não perceber que a arte continuava habitando a esfera simbólica de sua mente, mas para que pudesse “ganhar vida” era necessário que elas estivessem instrumentalizadas para além do *software* – que não passa de uma ferramenta, sofisticada e poderosa, mas impossível de assumir funções criativas. Faltava a estas pessoas o domínio dos conhecimentos específicos da atividade artística, suas teorias e práticas clássicas que, independente do meio utilizado, garante a condução eficiente de qualquer projeto artístico. A ironia é que, enquanto conceitos e esquemas tradicionais da arte eram desconsiderados pelos teóricos da imagem, usuários de computador e críticos e artistas de “vanguarda” nas artes plásticas, estes mesmos conhecimentos estavam sendo simulados pela computação gráfica justamente para que esta pudesse existir como ferramenta artística viável.

Nossos objetivos, portanto, começam por desfazer a confusão instaurada entre arte e ciência/técnica embalada pela chegada do computador. Da mesma forma desfazemos qualquer dúvida sobre o que é pertinente ao artista no trabalho de criação visual, independente dos meios utilizados. Isto vai nos permitir investigar onde e quando temos arte na produção digital e como tem sido a influência de seus conceitos na definição da computação gráfica. A história tem provado ser os próprios artistas os principais inovadores técnicos. Esta particularidade, até certo ponto, continuará presente no desenvolvimento da computação gráfica. Na medida que faremos a distinção entre o trabalho de conotação técnico/científica e aquele de ordem artística, verificamos as implicações da parceria entre cientistas, técnicos e artistas no estabelecimento de novos esquemas para a arte que acabam por determinar uma nova postura do artista frente a tarefa de elaboração visual por intermédio do computador; o que nos permitirá indagar quais as funções e limitações do computador na criação de imagens. Concomitante ao avanço da investigação, vamos procurar saber até onde a inovação técnica digital se traduziu em criações visuais capazes de rivalizar e/ou ir além daquelas da tradição da arte. Por fim, queremos apurar a validade dos métodos tradicionais da arte no novo ambiente, tanto a eficiência daqueles já embutidos pela tecnologia quanto aqueles que dependem da intenção do artista.

Para obter as respostas que precisamos a fim de justificar nosso ponto de vista e fundamentar as opiniões aqui expressas, optamos pelo levantamento de informações com base numa perspectiva histórica. Acreditamos que apenas levantando o véu do tempo sobre os acontecimentos teríamos condições de proceder a análise dos fatos que acabaram por configurar as estratégias visuais como aí estão. Decidimos pela escolha da arte da animação para servir de fio condutor. Esta decisão se justifica por vários motivos: a animação é uma arte que, a exemplo do desenho/pintura, conta com diversas técnicas de produção, não se limitando a um artefato específico para condução de seu propósito expressivo; sua história se concentra basicamente no século XX, o que facilita o traçado de todo o percurso; é uma arte que depende de tecnologia elaborada; conta com recursos de manipulação dos elementos de sintaxe visual ao nível do desenho/pintura; é uma arte multimídia. Daí que o texto se estrutura numa narrativa crítica do desenvolvimento histórico da animação centrada na sua evolução técnica e as implicações artísticas decorrentes. Começando de antes da introdução da tecnologia digital, fica mais fácil de perceber o envolvimento do artista com os aspectos técnicos e como/onde a arte se manifesta.

Nesta questão específica da manifestação artística, levamos em consideração as possibilidades de determinada técnica na manipulação dos elementos básicos da sintaxe plástica e aplicação dos princípios fundamentais da animação. Isto nos fornece um critério objetivo para verificar as condições que uma técnica oferece para a emergência da expressão.

Acompanhamos a trajetória dos acontecimentos até o final da década de 1980. Nesta década a computação gráfica chegara a definir os conceitos fundamentais que dão sustentação a tecnologia digital atualmente em uso. Os anos 80 são ainda importantes para o propósito artístico do nosso estudo porque aí identificamos o aparecimento de produções visuais baseadas no uso de recursos digitais com méritos artísticos inegáveis.

A apresentação das técnicas de computação gráfica é feita de modo conceitual, procurando contemporizá-las à luz do interesse artístico. Mostramos a ascendência de técnicas artísticas tradicionais sobre a origem de vários e importantes conceitos que ajudaram a viabilizar a computação gráfica.

Avaliamos a eficiência da tecnologia digital em cada etapa do seu desenvolvimento na produção de obras com interesse expressivo, colocando estas produções em contraponto àquelas realizadas por meio tradicional. Assim fomos capazes de determinar sua utilidade para a arte na medida de sua evolução.

Para poder realizar o que nos propomos foi necessário um amplo levantamento de informações. Procuramos, o mais das vezes, ter acesso as fontes primárias, de maneira a garantir fidelidade aos fatos abordados. Conseguimos reunir um respeitável acervo de obras literárias e visuais que cobre todo o período em estudo. Na bibliografia consta alguns dos textos mais importantes para o desenvolvimento da computação gráfica, com especial atenção aos tópicos referentes a mecânica do movimento, modelagem, iluminação e interface homem-máquina. Entre os vídeos listamos documentários históricos que mostram o uso pioneiro da *caneta óptica*, a demonstração do *Sketchpad* (o *software* que marca o início da história da computação gráfica), a demonstração do sistema de animação *Genesys* (possivelmente a primeira linguagem de animação a empregar técnica interativa) e a exibição do sistema pioneiro de animação por *keyframe* e *esqueleto*. Assistimos a totalidade dos filmes citados no texto. Entre os livros destacamos duas obras: *The Ilusion of Life: Disney Animation*, escrito por dois veteranos animadores da Disney (Frank Thomas e Ollie Johnston) que ao descrever a epopéia do estúdio nos legou um verdadeiro tratado da arte da animação; *Animated Cartoons: How They are Made, Their Origin and Development* de Edwin G. Lutz; este livro, publicado em 1920, contribuiu para a formação de Walt Disney em animação. Mapeia o desenvolvimento do processo, lista (com ilustrações) as tecnologias disponíveis, todas as técnicas conhecidas e descreve fenômenos físicos que influenciam na animação.

Consultamos técnicos em informática, artistas plásticos e animadores. Por todo o tempo freqüentamos estúdios de animação para experimentar *softwares* e discutir o uso das ferramentas digitais.

O texto está dividido em três capítulos, sendo o primeiro dedicado ao desenvolvimento da animação tradicional e os dois seguintes tratando da animação feita por computador. No capítulo I apresentamos os antecedentes que levaram ao surgimento da animação em filme e sua definição como arte a partir do momento em que supera a novidade da técnica. Constatamos o envolvimento do artista com o desenvolvimento da técnica e demarcamos o campo da técnica e o campo da arte. O capítulo II compreende a 1ª parte do

desenvolvimento da animação feita por computador. Cobre até a década de 1960, quando a computação gráfica se define enquanto tecnologia e aparece as primeiras animações digitais. Ficamos sabendo de conceitos antigos da arte que foram aproveitados pela computação gráfica, descrevemos o funcionamento básico da tecnologia e apresentamos os tipos de linguagens de animação existentes. Discutimos sobre o uso da matemática na arte, passamos pelo debate estético sob a influência do computador e avaliamos algumas das primeiras produções. No capítulo III descrevemos as principais tecnologias que levaram a computação gráfica ao domínio da imagem realista e a simulação de fenômenos físicos na modelagem e animação. Mostramos o funcionamento dos programas de pintura digital, a chegada dos jogos eletrônicos e o aparecimento dos primeiros estúdios de animação digital. Comentamos algumas das questões fundamentais que têm sido colocadas para a arte em função do desenvolvimento da computação gráfica e apontamos a chegada de criações artísticas de valor realizadas digitalmente. Na conclusão reconhecemos as implicações revolucionárias da computação gráfica na arte e seu mérito de recolocar a necessidade do método nas operações de criação artística. Mas a computação gráfica só revela todo seu poder expressivo se à integração já característica do sistema vier se juntar um artista habilitado nos conceitos e práticas clássicas da arte.

## CAPÍTULO I

### 1. DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO TRADICIONAL

Neste momento em que a humanidade encontra-se num processo de mudanças vertiginosas de âmbito global, a História, mais do que nunca, surge como referência obrigatória para balizar nossos procedimentos frente às questões mais variadas.

Períodos de grandes transformações são até comuns – a cada dois ou três séculos a sociedade se reorganiza. A arte, como espelho da sociedade, é atingida e reflete fielmente (ainda que à sua maneira) estas transformações. O estudo de sua história nos fornece informações valiosas para compreendermos as implicações estéticas destes períodos.

Assim, pretendemos, neste Capítulo, traçar o percurso da arte da animação com o enfoque de seu desenvolvimento técnico para demonstrar como, inexoravelmente, isto é que vai propiciar uma ulterior condição para a expressão efetivamente artística, ao se permitir a aplicação de conhecimentos específicos deste universo para a elaboração plástica de qualidade. Com esta orientação, diferenciamos a contribuição técnico/científica para a arte daquela de ordem puramente artística, evidenciada pelas particularidades intrínsecas ao objeto artístico visual e o seu propósito como conhecimento oferecido ao sentimento e à percepção.

Conhecimento sugere acúmulo de informação, e a situação de desconforto no ambiente artístico é em grande parte devido ao descompasso com as demais esferas de ação do homem que tiveram desenvolvimentos extraordinários após a II Guerra Mundial. Neste período, a arte sofreu um processo de involução tamanho (abdicando de todo seu legado histórico) que se viu de repente sem referências de qualquer ordem para se expressar frente às exigências estéticas da nova sociedade dita “pós-capitalista”. A arte ficou sem “esquema”, sem uma fórmula que atendesse à múltipla e sofisticada demanda formal deste final de milênio, uma estética que bem caracterizasse a novíssima “sociedade do conhecimento” (Drucker, 1993).

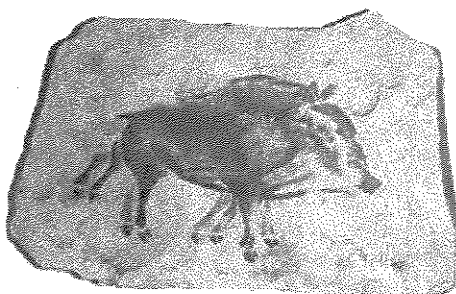
A animação, por outro lado, após os anos de ouro dos Estúdios Disney (décadas de 30 e 40), a despeito de sua popularização através da televisão e introdução de inúmeras técnicas experimentais que resultaram em filmes marcantes de grande beleza, continuava refém de seu extenuante processo de realização, que limitava esta arte tanto em termos quantitativos quanto em termos de possibilidades estéticas. A computação surge para a animação como a saída para este obstáculo, mas volta a se repetir o ciclo histórico do necessário desenvolvimento técnico para uma posterior e efetiva aplicação de princípios artísticos. Mas a nova e revolucionária técnica, ainda em franco processo de aperfeiçoamento, deverá implicar em uma nova postura do artista frente à História da Arte e da Animação – mais ainda, frente a nova sociedade em formação, que saberá determinar-lhe seu devido lugar.

#### 1.1. A Invenção dos Dispositivos Óptico-mecânicos

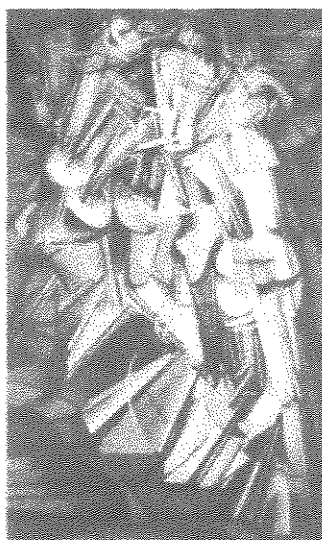
A história da animação é particularmente significativa na demonstração de como a relação entre *técnica* e *estética* na produção visual da arte é indissolúvel e vital – simplesmente uma não existe sem a outra. Técnica e estética convivem em simbiose, estão a nutrir-se intimamente uma da outra, permitindo, desta forma, uma evolução constante dos procedimentos para a elaboração plástica. Esta relação nem sempre é harmoniosa, mas mesmo em circunstâncias adversas o resultado é sempre positivo para a arte.

A palavra “animação”, e outras a ela relacionadas, derivam do verbo latino *animare*: dar vida a; e só veio a ser utilizada para descrever imagens em movimento no século XX (Solomon, 1987: 10). Portanto, a despeito de estar inserida no conjunto das artes visuais, a animação tem no *movimento* sua essência. Em verdade, o movimento tem sido motivo de dedicação por parte de desenhistas e pintores desde os tempos mais remotos. E isto por um motivo definitivo: o movimento é a atração visual mais intensa da atenção (Arnheim, 1986: 365), resultado de um longo processo evolutivo no qual os olhos se desenvolveram como instrumentos de sobrevivência.

Assim, encontramos, ao longo da História da Arte, o desejo atávico do homem pela animação de suas criaturas – inicialmente com uma intenção mágica (Pré-história), mais tarde como código social (Egito Antigo), passando pelo reforço da narrativa (Oriente Próximo Antigo em diante) até atingir o puro desejo formal com a arte moderna. Em diversos exemplos temos sugestões de movimento ainda mais intenso, como animais pintados em cavernas ostentando bem mais patas do que na realidade. Leonardo DaVinci toca no problema da animação com seu famoso desenho *Proporções do Corpo Humano*, feito para ilustrar um texto de Vitruvius, no qual representa um homem exibindo o dobro de seus membros. Marcel Duchamp, com sua famosa pintura de inspiração futurista *Nu Descendo Uma Escada*, evoca a dinâmica plástica do movimento numa sequência de posições de uma personagem num único quadro. E desde a Antigüidade verificamos uma forma popular de expressão através da “história figurada”, que vai mais tarde dar origem às histórias em quadrinhos, onde a ação se desenvolve em quadros separados; já sugerindo – a exemplo da animação propriamente dita – movimento no espaço e no tempo.



**Fig. 1** Um javali com oito pernas representando movimento numa pintura pré-histórica na Espanha. Cerca de 30.000 anos.



**Fig. 2** MARCEL DUCHAMP. *Nu Descendo Uma Escada* (1912-6).

Para o desenho e a pintura a Natureza já oferecia os materiais básicos necessários à produção visual. A animação, entretanto, como ilusão do movimento através da rápida sucessão de imagens, requeria um elevado grau de desenvolvimento científico e técnico para ser viabilizada enquanto arte – o que só vai acontecer no início do século XX. Para chegar a esta condição, esforços foram despendidos ao longo de três séculos. Apenas com o advento da ciência moderna, após o Renascimento, vai existir um ambiente propício para a formulação de



idéias que resultam nos primeiros dispositivos que apontam para as possibilidades de por em prática a animação como a conhecemos.

No século XVII, na Europa, a discussão de postulados científicos já circulava livremente. As pessoas tinham acesso a objetos que eram resultado das inovações científicas (caso da luneta) ou outros melhorados pela aplicação de novos conceitos, o que contribuía para a disseminação e o interesse pelo conhecimento.

Era um momento estimulante e como consequência muitas novidades iam surgindo. Deste modo, em 1645, na cidade de Roma, um homem de formação jesuíta, inventor, chamado Athanasius Kircher, publicou um texto intitulado *Ars Magna Lucis et Umbrae* (*The Great Art of Light and Shadow*) no qual ele descrevia sua invenção – a *Lanterna Mágica*. Tratava-se de uma caixa com uma fonte de luz e um espelho curvo em seu interior, um equipamento simples que possibilitava a projeção de slides pintados em lâminas de vidro. A demonstração de seu invento causou espanto (Kircher foi acusado de bruxaria), mas seu dispositivo despertou grande interesse, levando cientistas a explorar seu potencial como entretenimento (Richard, 1982: 17-18).

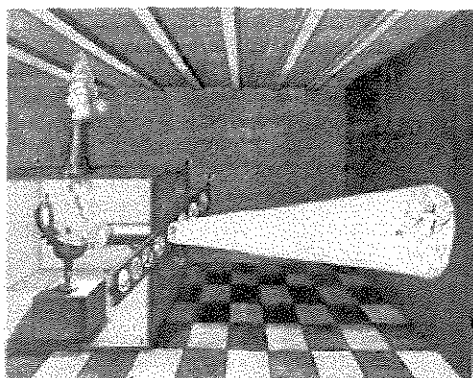


Fig. 3 *Lanterna Mágica* (1645).

Tempos depois, numa edição revisada de seu texto original (1671), Kircher explicava como um disco de vidro giratório com uma série de imagens pintadas poderia ser usado para apresentar uma história ao público. As imagens eram vistas separadas. Kircher não era um artista; era um estudioso e queria dedicar-se ao trabalho missionário, usando seu instrumento para catequização.

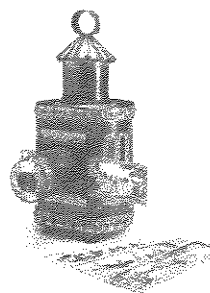
A lanterna mágica continuava, porém, sendo objeto de estudo científico. Agora no século XVIII, o cientista holandês Pieter van Musschenbroek, demonstrou que um disco giratório, similar ao de Kircher mas com imagens em sequência, poderia produzir uma ilusão de movimento. Em 1736 ele assombrou um visitante com imagens de um moinho de vento com suas pás em rotação; um homem tirando o chapéu; uma mulher curvando-se em cumprimento. Musschenbroek, posteriormente, incrementa seu aparelho usando múltiplas lanternas e imagens sincronizadas para apresentar visões mais elaboradas. Era a primeira exibição animada (Solomon, 1994: 3).

Por volta de meados do século XVIII a lanterna mágica se tornou bastante popular como entretenimento, com exibições itinerantes por meio de indivíduos que não acrescentaram nada àquilo que fora concebido pelos cientistas. Tratava-se de uma novidade, um brinquedo tecnológico sem maiores aspirações artísticas. Se havia alguma arte, esta encontrava-se nas ilustrações dos slides que eram projetados.





**Fig. 5** *Lanterna Mágica* construída em latão feita por Augustin Lapierre na França. Cerca de 1880.



**Fig. 4** Exibição da *Lanterna Mágica* em ambiente doméstico numa gravura francesa do séc. XVIII.

Mas não demoraria para que alguém criasse as condições para a exploração de todo o potencial de comunicação visual do dispositivo. Alguém que o alçasse a condição de verdadeira ferramenta artística. Esta pessoa foi Etienne Gaspard Robert, que lançou em Paris, no ano de 1794, seu espetáculo *Fantasmagorie*, que obteve estrondoso sucesso, ficando anos em cartaz (Solomon, 1994: 4).

Como o nome sugere, o show tinha uma concepção macabra, assustadora, a exemplo dos modernos filmes de assombração que também gozam de imensa popularidade. Nada mais adequado para explorar a necessária escuridão do ambiente no qual as projeções eram possíveis. Para tanto, “Robertson”, como ele se autodenominou (seu nome artístico, mais sonoro para a atividade – outra prova de sua percepção e imaginação) preparou adequadamente o local para suas apresentações: sala escura decorada com caveiras para reforçar a condição de mortal dos espectadores. Projetava imagens de aspectos recentes da Revolução Francesa, numa demonstração de discernimento temático e senso de oportunidade fundamental a qualquer forma de expressão artística que almeje a empatia popular. Engenhoso, buscando uma exploração que extrapolasse a mera projeção dos seus slides, ele mascarava as bordas das imagens com tinta preta, suprimindo o círculo de luz branca que normalmente envolvia as imagens projetadas, dando uma aparência de flutuarem livremente. Como se não bastasse, as superfícies nas quais incidiam as imagens eram também preparadas para aumentar o efeito, de modo que projetava sobre espelhos, vidros, através de fumaça e sobre telas de gaze embebidas em parafina translúcida. Como desfecho deste espetáculo medonho, com o público em alvoroço, surgia um sinistro personagem portando uma enorme ceifadora para aterrorizar o público com sua ameaça: “este é o destino que nos espera”.

O sucesso era tamanho que as famílias se queixavam por suas crianças roubarem dinheiro e fugirem para assistir as apresentações. Robertson fez escola e shows similares se espalharam pela Europa e Estados Unidos, ao mesmo tempo que o processo ia sofrendo aperfeiçoamento nas mãos de outros indivíduos, sendo ainda hoje utilizado em repertório de mágicos e parques de diversões.

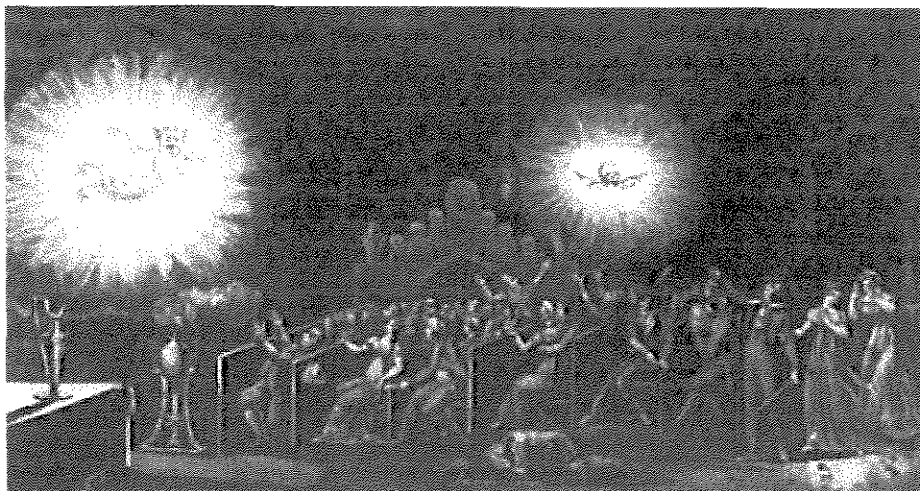


Fig. 6 Gravura publicada nas *Memórias* de Robertson, em 1831, ilustrando seu espetáculo com *Lanterna Mágica*.

Este primeiro exemplo já embasa com força a tese defendida neste capítulo. Neste episódio se percebe claramente onde situa-se a contribuição do trabalho de conotação científica para aquele de ordem artística. O artista é um ilusionista e como tal deve buscar transcender a matéria ou a técnica com a qual lida, ludibriando o espectador. O cientista deve atuar exatamente ao contrário, lidando com regras claras e mantendo-se firmemente ligado a natureza das coisas.

Evidentemente estas participações não são necessariamente estanques. Eventualmente ocorre que um mesmo indivíduo contribua das duas maneiras. Até porque na área do próprio desenvolvimento artístico existe uma considerável parcela de invenção, para a qual se faz necessário o gênio científico por parte do artista. O desenvolvimento da perspectiva é um bom exemplo. Entretanto, se percebe que é raro essas duas formas de atuar por parte de uma mesma pessoa – até porque não faz sentido buscar uma inovação técnica em cada obra de arte que se produza (este não é objetivo da arte). E isto é tão mais verdadeiro quando o conhecimento vai se acumulando e tende à especialização. A trajetória do desenvolvimento da animação é pródiga em ambos os aspectos justamente por envolver muitas variáveis técnicas de resolução satisfatória apenas por quem está imerso na vivência artística do problema.

Tanto é assim que um fato paralelo ao desenvolvimento da lanterna mágica, e que terá implicações no futuro da animação, nada tem de científico – trata-se da importação ocidental das *sombras chinesas* (teatro de sombras) por volta de 1760 (Solomon, 1994: 5) – mas cuja importância para o aperfeiçoamento dos mecanismos de ilusão visual é percebido pelos homens de espetáculo.

No entanto, apesar deste desejo pela animação de figuras desde priscas eras, só a partir do século XIX teremos uma tecnologia se desenvolvendo ao ponto de torná-la tecnicamente factível. Outra vez se verificará um interesse marcante por aspectos da vida que conduzem a considerações científicas com implicações decisivas para este propósito. Por exemplo, as pessoas se questionavam a respeito do fenômeno de perceberem os raios das rodas das carruagens girando ao contrário ou mesmo ficando parados quando o veículo se movia rapidamente. Os cientistas se debruçaram sobre o assunto, e em 1824, Peter Mark Roget publicou o artigo intitulado *The Persistence of Vision with Regard to Moving Objects*, o qual

estabelecia que o olho humano retém uma imagem por uma fração de segundo enquanto outra imagem está sendo percebida (Richard, 1982: 18). Disse que o olho humano combina imagens vistas em seqüência num único movimento se as imagens forem exibidas rapidamente, com regularidade e iluminação adequada. Baseado neste princípio surgem diversas invenções que se constituirão em brinquedos nos quais a animação é utilizada.

O *thaumatrope* aparece em 1825, sem muita certeza de sua atribuição (Solomon, 1994: 7). Trata-se de um disco com uma imagem na frente e outra no verso que ao ser girado rapidamente torcendo os cordões que o prendem em lados opostos, dá a impressão de as imagens assumirem uma única aparência, resultado da mistura óptica. Torna-se bastante popular.

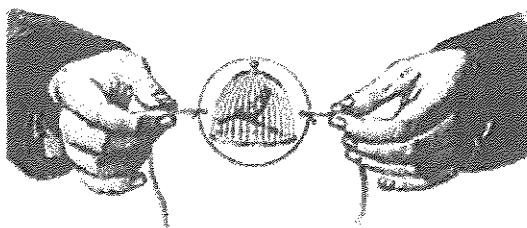


Fig. 7 Thaumatrope (1825).

Entre 1828 e 1832, com pequenas diferenças de concepção, os cientistas Joseph Plateau (belga) e Simon von Stampfer (austriaco), irão criar os primeiros dispositivos a efetivamente apresentar a animação de desenhos (Morrison, 1994: 32). O *phenakistoscope* (nome do dispositivo de Plateau) consistia de dois discos: um com seqüências de imagens pintadas em torno do eixo, e outro com frestas na mesma disposição. Prendia-se um ao outro por meio de uma haste através de orifícios no meio dos discos. Com uma mão segurava no cabo da haste e com a outra os girava. Quando os discos eram girados, o observador via as imagens em movimento através das frestas, que funcionavam como obturador, permitindo a interrupção requerida pelo olho para combiná-las corretamente – caso contrário as imagens em movimento seriam percebidas turvadas. O dispositivo de Stampfer (chamado *stroboscope*) era similar, mas consistia de um único disco, com frestas abertas entre os desenhos. O observador se punha diante de um espelho, e ao girar o disco também via o movimento através das frestas. Qualquer movimento cíclico poderia ser apresentado convincentemente, podendo alterar a velocidade da ação desenhada bastando controlar o giro do disco, que poderia ser prolongado pelo tempo que se desejasse. Alcançaram sucesso popular por todo o século.

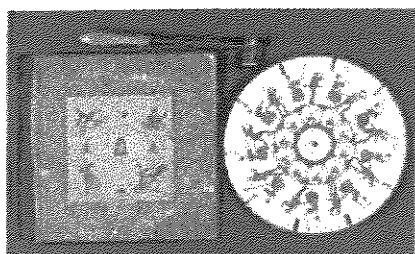


Fig. 8 Stroboscope (1828-32).

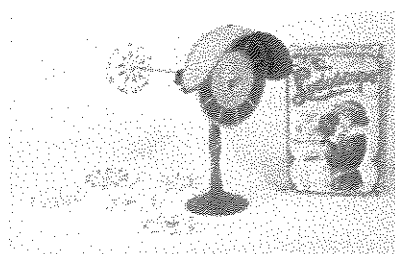


Fig. 9 Phenakistoscope (1828-32).

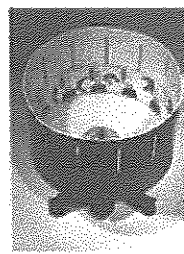


Fig. 10 Zoetrope (1834).

Pouco depois surge o *daedalum* ( 1834 ), concebido por William Horner, relojoeiro inglês – mais tarde chamado *zoetrope*, Roda da Vida (Richard, 1982: 19). O princípio é o mesmo dos

brinquedos anteriores, mas aqui os desenhos eram feitos em tiras de papel e montados num tambor giratório. Ao girar o tambor, através de suas frestas também se observava o movimento.

Mas o mais simples, barato, popular e de maior duração no interesse do público vai ser inventado em 1868 – o *kineograph*, mais conhecido como *flipbook*. Consiste de páginas com desenhos (ou fotografias) em sequência montadas como um livrinho. Quando as páginas são viradas rapidamente, a ilusão do movimento é criada. Pela sua praticidade e eficiência ainda hoje se usa este recurso quando se produz filmes baseados em animação com desenhos – os animadores pioneiros foram categóricos em apontá-lo como o brinquedo óptico que mais os inspirou (Crafton, 1993: 7). Pouco antes disso, no começo da década de 1850, um militar austríaco chamado Franz von Uchatius proporciona um avanço no uso da lanterna mágica, ao combiná-la com dois discos giratórios (um ao qual se montava dúzias de slides pintados em vidro, e outro com frestas que atuavam como obturadores) para criar o primeiro projetor de cinema (Morrison, 1994: 32).

Após o aparecimento destes brinquedos – resultados da aplicação de princípios científicos mas sem maiores intenções ou significados para a arte – vai ser a contribuição de um indivíduo de ambição artística que empurrará a animação para a esfera do espetáculo; embora ainda antes da invenção do cinema propriamente dito e, por isto mesmo, sem condições tecnológicas plenas para a exploração expressiva do movimento e das formas (a arte, de fato). O pintor Emile Reynaud estava a meio caminho entre a engenhosidade do técnico e o talento do artista. Inicialmente ele criou o aparelho denominado *praxinoscope* (1877). Descendente do zoetrope, no *praxinoscope* as aberturas do tambor são substituídas por espelhos, com cada espelho refletindo uma das imagens da tira de desenhos colocada na circunferência. Justamente por não se olhar através de frestas, as imagens apresentavam uma leve cintilação. Reynaud aperfeiçoa seu modelo combinando-o com lanternas, e começa a desenhar histórias animadas – nascia o *teatro praxinoscópico* (1882). Seu dispositivo permitia a visualização da animação de figuras (desenhadas em tecido transparente, em tiras com perfuração lateral para serem tracionadas por engrenagem) sobre a projeção de um cenário numa tela por meio de um complicado sistema de espelhos e lentes – um grande feito por já utilizar alguns dos princípios gerais do cinema enquanto tecnologia. Sempre inovando, em 1892 Reynaud abre seu *Teatro Óptico*. Os filmes, chamados por ele de “pantomimes lumineuses”, tinham a duração de 15 minutos, exigindo a confecção de centenas de desenhos. Coloridos, apresentavam enredo, trilha sonora sincronizada e personagens desenhados de maneira que seus movimentos estivessem rigorosamente adaptados ao cenário (Richard, 1982: 24).



**Fig. 11** Emile Reynaud demonstrando o aparelho *praxinoscope* quando da abertura do seu *Teatro Óptico* em 1892.

Foi um enorme sucesso. Reynaud fez algo em torno de 13.000 apresentações, e continuou funcionando por cinco anos após a invenção do cinema pelos Lumière em 1895 (Richard, 1982: 24). Mas, como corretamente apontou Crafton, “conceitualmente seus programas não estavam tão afastados dos shows de lanterna mágica do século XIX, e não há sinal de influência de suas ilustrações ou métodos nos primeiros animadores” (1993: 7). Por isto, apesar de feitos inegáveis para a animação como espetáculo, ao se acomodar num ponto do desenvolvimento em que não dava para chegar a uma formulação artística acabada, sua contribuição para a linguagem da arte/animação não acontece. Reynaud, evidentemente, possuía uma intenção e talento artísticos. Contudo, estava preso ao fascínio do instrumento, a sua própria novidade tecnológica, limitante artisticamente como qualquer tecnologia por si mesma. E como sempre acontece com quem assim se comporta, foi subjugado por outra tecnologia mais avançada.

Este discernimento de que a arte não está no instrumento nem sempre é percebido – com certeza por ser a ferramenta com que se viabiliza a arte, associando-se intimamente. Utilizando instrumentos mais rudimentares (grafite, óleo sobre tela, litogravura, etc.) esta confusão não se processa, pois existe por parte de todos uma perfeita compreensão de sua natureza. Mas esta falta de discernimento já começa a ficar evidente com a invenção de aparatos mais sofisticados como a fotografia, o cinema, a televisão, o vídeo e o computador (por enquanto o último engenho desta trajetória).

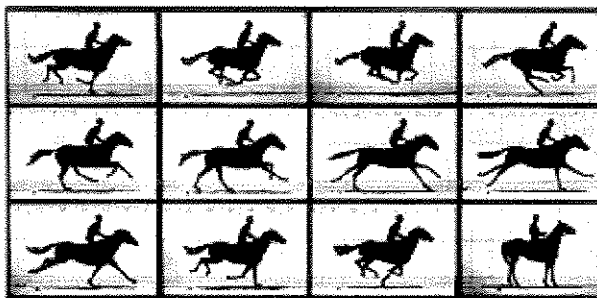
A fotografia, inventada no final da década de 1820 pelos franceses Nicéphore Niepce e Louis Daguerre, permitirá, na época do praxinoscope de Reynaud, o início de pesquisas com seqüências fotográficas para análise de movimento humano e animal.

Um médico francês, Etienne Jules Marey, importante fisiologista, em função da necessidade de estudar o movimento dos animais, irá contribuir para o aperfeiçoamento da *câmara* (Richard, 1982: 21). As primeiras máquinas fotográficas consistiam de um caixote. Não possuíam visor nem objetiva. Dispunham de uma abertura na parte da frente, atrás da qual eram colocadas as *placas de colódio*, onde as fotos eram impressas. Esta rusticidade implicava, por vezes, horas de exposição para se conseguir a impressão do objeto fotografado.

Marey desenvolve um dispositivo para verificação do pulso. Trata-se do *esfimógrafo*, uma pequena régua móvel revestida de gordura, na qual um estilete registra as pulsações. Para estudar o trote do cavalo, ele fazia o cavaleiro transportar um cilindro registrador, que assinalava as oscilações de quatro estiletos ligados às patas do cavalo. Sempre que o casco do cavalo tocasse o chão, haveria um deslocamento do estilete correspondente. Com esta experiência pôde verificar que “no terceiro tempo do galope o cavalo apoia-se sobre uma só pata” (Sanches; Fernandes, 1979: 3). Eadweard Muybridge (fotógrafo anglo-americano), vai comprovar que, num determinado momento, todas as quatro patas do cavalo chegam a ficar suspensas. Para tanto, Muybridge montou uma bateria com 12 câmaras (depois usou 24) numa pista de corrida. Na medida em que o cavalo ia passando esbarrava nos fios, que ao serem estendidos levantavam os obturadores. Muybridge se beneficiou de melhoramentos na emulsão fotográfica e no mecanismo dos obturadores. Suas experiências atraíram considerável atenção das comunidades científica e artística, estimulando-o a construir o *zoopraxinoscope* em 1879-80 (Solomon, 1994: 10). Consistia de uma lanterna mágica com um disco giratório contendo 24 slides (seqüências fotográficas copiadas em lâminas de vidro). Um disco com frestas girando ao contrário atuava como obturador. A única diferença em relação a invenção de Franz von Uchatius estava no propósito de Muybridge, objetivando o estudo analítico do movimento dos seres – seu dispositivo era usado para ilustrar suas palestras. Já trabalhando para a Universidade da Pensylvania (Philadelphia, USA), ele continuou com as fotografias de

análise do movimento humano e animal. O resultado desse trabalho foi publicado em livros no final da década de 1880, tornando-se, posteriormente, referência para os animadores.

**Fig. 12** Sequência de fotografias de Eadweard Muybridge que provaram a suspensão das quatro patas do cavalo em determinado momento do galope (1878).



Por sua vez, Marey continuava suas experiências para aperfeiçoar o funcionamento da câmara com vistas a captura do movimento. Para estudar o movimento dos pássaros, construiu uma espécie de *fuzil fotográfico* – como o tambor de um revólver, tinha uma placa redonda que se imobilizava por intermitência diante da objetiva (Sanches; Fernandes, 1979: 3). Apesar de permitir realizar fotos instantâneas, estas eram de má qualidade.

Naquele momento surge uma novidade de grandes consequências. Em 1887, um fotógrafo amador de New Jersey, Hannibal Goodwin, criou a *emulsão sensível à luz sobre película flexível de celulóide* (Morrison, 1994: 33). Pouco depois George Eastman desenvolveu um produto similar, enrolado em bobina, que podia ser usado em sua câmara Kodak. Isto teve consequências no trabalho de Marey que, antes, para conseguir registrar o movimento, utilizava um obturador giratório acionado por um movimento de relojoaria ativado por manivela, com isso gerando várias poses sucessivas. Entretanto, para movimentos rápidos tinha de acelerar o obturador, o que ocasionava sobreposições. De posse das bobinas Kodak, Marey podia ativar o obturador até 20 exposições por segundo, pois as bobinas atrás da objetiva e do obturador rodavam a película flexível. Havia ainda um sistema que retia a película por um breve instante, devidamente esticada, para receber a exposição enquanto o obturador permanecesse aberto. Após a revelação, obtinha-se intervalos entre uma foto e outra. Estava criada toda a estrutura básica da câmara (Sanches; Fernandes, 1979: 4).

Surge, então, a figura do inventor americano Thomas A. Edison. Trabalhando junto com William K. L. Dickson, ele desenvolveu o *kinetoscope* em 1891 (Morrison, 1994: 33). Era um aparelho que permitia a observação de apenas uma pessoa por vez, não sendo destinado à projeção. Tinha um visor com lentes. Dentro havia um filme com perfurações laterais que serpenteava em zig-zag numa exibição sem fim cujo ciclo tinha 25 segundos. A fita, vista através da lente, passava diante de uma lâmpada elétrica. Entre a lâmpada e a fita girava um obturador que permitia, através de sua pequena abertura, a passagem da luz que iluminava os fotogramas. Edison produzia seus próprios filmes com uma outra máquina chamada *kinetógrafo*.

Mas foram os irmãos Lumière os primeiros a projetar filmes. Em dezembro de 1895 eles apresentaram a primeira exibição de fotografias animadas com o seu *cinématographe*. Resultado direto do aperfeiçoamento do aparelho de Thomas Edison, era a culminação da série de contribuições anteriores. O cinematógrafo servia tanto para filmar quanto projetar. A projeção da realidade com este aparelho causou assombro. Era, sem dúvida, uma tremenda novidade, e mesmo apresentando filmes curtos sem nenhum resquício artístico, como



*A Chegada de Um Trem à Estação* ou *A Saída dos Operários de Uma Fábrica*, o sucesso estava garantido. Enquanto a novidade pela novidade era suficiente para atrair o público, os Lumière ainda filmaram até o final da década, para voltarem a investir no que era seu verdadeiro campo de atuação, a atividade científica (Sanches; Fernandes, 1979: 5).

## 1.2. A Descoberta da Técnica de Animação

Não há como existir dúvida de que até esta etapa do desenvolvimento da fotografia em movimento temos apenas avanços tecnológicos – e só. Apertar o botão que põe uma câmara de filmar em funcionamento ou (como ainda acontecia naqueles tempos pioneiros) girar uma manivela para simplesmente registrar o que quer que se passasse na frente dessa máquina, estava muito distante do que se entendia (e ainda hoje se entende) por Arte. Neste sentido, o Teatro Óptico de Reynaud estava, artisticamente, bem à frente do cinema. Não tendo as imagens disponíveis com a facilidade proporcionada pelo cinema, Reynaud tinha de criá-las, e este ato de concepção em si mesmo já implica em expressão artística. Podemos até contestar sua qualidade, mas aí já temos o ingrediente básico para a arte: a expressão do indivíduo através de recursos plásticos.

Mas o cinema, enquanto ferramenta para expressão visual, abria possibilidades revolucionárias para artistas sintonizados com a dinâmica do mundo de então. Era o recurso por excelência para embalar platéias fascinadas com os avanços proporcionados pela ciência e tecnologia, a exemplo do automóvel, bem de acordo com as expectativas culturais de uma economia e indústria nascentes. Escritores como Jules Verne atiçavam a imaginação popular. O ambiente era propício à fantasia.

Não tardou para se perceber que a arte no cinema estava em “trapacear” com a realidade (agora tão facilmente captada), na qual a manipulação do tempo encerrava seu grande segredo. Uma das maneiras encontradas para isto estava num processo conhecido como *substituição por parada da ação*. Este processo (o primeiro passo para a verdadeira técnica da animação) vai dar origem a um gênero de filme que se confunde com a própria natureza do cinema como espetáculo potencialmente ilusionista: o *trickfilm* (filme de efeitos), do qual o cineasta francês Georges Méliès foi o grande precursor. Para ele o cinema se constituía num espetáculo de magia, e para tanto tirava proveito de todas as trucagens ao seu alcance. Seus filmes vão enlouquecer as platéias da Europa e Estados Unidos, sendo investigados fotograma a fotograma para se tentar descobrir a natureza prodigiosa dos seus truques (Carney, 1982: 44). Só após a compreensão deste processo a história dos desenhos animados pôde começar.

Caberá a um artista plástico inglês, o ilustrador James Stuart Blackton (que migrou para os Estados Unidos aos 10 anos), a glória de ter realizado o primeiro desenho animado, *Humorous Phases of Funny Faces*, em 1906 (Solomon, 1994: 13). Antes, porém, esse mesmo artista (da mesma forma que outros como Walter Booth, Segundo de Chomón, Edwin Porter, Anatole Thiberville, Emile Cohl) teve de aperfeiçoar a técnica da substituição por parada da ação.

Entre suas atividades, Blackton apresentava seus “Lightning Sketches”, performances em que o artista desenhava ao vivo para os espectadores. Através de Thomas Edison entrou em contato com o cinema. Em 1899 realizou *The Battle of Santiago Bay*, um dos primeiros exemplos de criação de efeitos especiais com miniaturas animadas. No ano seguinte, com produção do estúdio de Thomas Edison, ele realizou *The Enchanted Drawing*. Neste filme, baseado em suas performances de “Lightning Sketches”, ele tira proveito do efeito de parar a filmagem para mudar a ação. Assim, o vemos desenhar suas figuras na prancheta fixada no

cavalete. De repente, um objeto que estava desenhado aparece fisicamente em sua mão – enquanto a expressão do personagem desenhado muda para uma cara de espanto, também fazendo uso do mesmo processo de animação. Ou seja, da mesma forma que nos filmes de outros realizadores até aqui concebidos, a técnica ainda não chegara ao método de fotografar *frame-a-frame* (a verdadeira técnica da animação), mas incorporara melhoramentos ao sistema básico aperfeiçoado por Méliès a partir de seu primeiro uso por Thomas Edison em 1895 (Crafton, 1987: 15).



**Fig. 13** JAMES S. BLACKTON. *The Enchanted Drawing* (1900).

*Humorous Phases of Funny Faces*, apesar de ser um filme curtinho, só apresenta *animação frame-a-frame* em seqüências desenhadas por poucos instantes. O processo era tedioso, e Blackton, para agilizar o trabalho, chegou a usar recortes de papelão para a animação dos membros de um personagem. Mesmo apresentando animação verdadeira, o filme era pouco mais que uma concentração, sem relação, de efeitos experimentais. Intrigava a audiência já na introdução com as letras do título formando-se sozinhas (Crafton, 1987: 17). Um quadro-negro (ainda reminiscência do “Lightning Sketches”) serve de suporte para a animação. As mãos de Blackton aparecem desenhando o rosto de um homem. Logo que suas mãos saem de cena, um rosto de mulher vai se formando sozinho, com as linhas em movimento como que por mágica. Da mesma forma detalhes vão sendo acrescentados ao homem – é o caso de um charuto, do qual sai uma fumaça que obscurece a mulher. Isto dá margem a que as mãos de Blackton apareçam em cena, apague os desenhos e recomece outra seqüência.



**Fig. 14** JAMES S. BLACKTON. *Humorous Phases of Funny Faces* (1906).



Anos antes, Blackton havia montado sua própria produtora (Vitaghaph Company). Mesmo sendo um artista, encarava sua atividade apenas como um negócio, sem nenhuma preocupação com originalidade. Isto explica o fato de ele não demonstrar interesse em explorar plástica e mecanicamente as possibilidades do universo artístico da animação. Ao invés disso, segue tirando proveito da curiosidade do público que lota as salas de exibição para assistir as “mágicas” da animação.

O lançamento seguinte da empresa de Blackton, em 1907, confirma seu objetivo bastante pragmático. *The Haunted Hotel* foi anunciado da mesma forma que os filmes das duas últimas décadas a fazerem uso de efeitos de animação por computador, com intenso marketing bombástico. A esse respeito, uma citação de matéria da revista Phono-Ciné-Gazette, de 15 de abril de 1907, publicada no livro de Crafton (1993: 16) é reveladora:

Impresso nante, indefinível, insolúvel, positivamente o mais maravilhoso filme jamais produzido. Aqui estão alguns dos misteriosos momentos do filme: uma casa que se transforma num órgão, uma mesa posta por mãos invisíveis, uma faca que corta sozinha fatias de salsicha e pão. Vinho, chá e leite sendo despejados por si. Tudo sem a ajuda de ninguém. Tem uma quantidade de outros efeitos igualmente estranhos, entre eles um quarto que rodopia completamente enquanto o pobre viajante aterrorizado treme em sua cama si perguntando o que acontecerá. Uma verdadeira novidade.

Blackton e seu sócio Albert Smith apresentaram em *The Haunted Hotel* um tema bem batido antes mesmo da invenção do cinema, através de encenações de teatro popular. O próprio Georges Méliès já o utilizara em filmes como *L'Hôtel Empoisonné* e *L'Auberge Ensorcelée* (1896) e *L'Auberge du Bom Repos* (1903). G. A. Smith filmara na Inglaterra, em 1897, *The Haunted Castle*, e até Thomas Edison havia feito nos Estados Unidos *Uncle Josh in a Spooky Hotel*, em 1900 (Crafton, 1993: 14). Mas Blackton explorava ao máximo todas as possibilidades dos efeitos especiais, como dissolução de cenas, duplas exposições e, evidentemente, a técnica de animação com parada de filmagem e substituição. A técnica de usar fios para mover objetos dando a impressão de que se mexem sozinhos foi bastante utilizada. Esta técnica já fazia sucesso nas mãos de mágicos por todo o século XIX, e Blackton a utilizara com êxito em seu primeiro filme do gênero, *The Battle of Santiago Bay* (Solomon, 1994: 12). Blackton, com grande habilidade, propositadamente filmava seqüências longas bem de perto dos objetos, instigando ainda mais o público, que não percebia nenhum apoio para as trucagens em que tudo se movia como se ali existisse fantasmas. O espectador mais atento não conseguiria detectar nada, nenhum fio que viesse a estragar a “mágica”. Esta ousadia foi, inclusive, apontada como responsável pelo enorme sucesso deste filme na França, terra de Méliès.



Fig. 15 JAMES S. BLACKTON.  
*The Haunted Hotel* (1907).

Com tudo isto, o fascínio pelos filmes que exploravam a novidade dos efeitos iniciava seu declínio já por volta de 1908, justamente quando o mercado era inundado por uma avalanche

de filmes deste tipo, cujos produtores e distribuidores não hesitavam em plagiar e piratear. O resultado foi a saturação do público. Mas Crafton (1993: 28-30) também aponta como causa do desinteresse o fato de o público ser informado, enfim, do processo básico da técnica de animação empregada para a realização dos filmes de efeito – o que justificava o esforço dos produtores em manter uma aura sobre o assunto. Com a revelação do segredo, o encanto fora quebrado !

Informações desta natureza circulava em mídias especializadas e jornais populares, para desgosto de certos produtores que viam suas economias serem afetadas – até porque tinham de investir mais nestas produções (filmes que contêm animações sempre foram mais caros do que os de ação ao vivo pelo trabalho extra da gravação frame-a-frame). E tinham de competir num mercado cuja oferta de filmes de ação ao vivo forçava a negociação em patamares de filmes ordinários. Certamente, por isto, eles não perceberam o interesse do público – que ajudaram a formar – por obras mais criativas e, portanto, sujeitas a riscos comerciais. Nas palavras do próprio Blackton, proferidas em 1914: “uma vez que a novidade havia esgotado, os filmes de efeito tornaram-se fatalmente monótonos para mentes amadurecidas” (Crafton, 1993: 29).

Uma vez mais, a estratégia de manter o interesse do público em função de uma tecnologia por enquanto fora do seu domínio, dava sinais de cansaço. Mas a atmosfera de mistério tão explorada por estes filmes (argumento universal da Arte em qualquer tempo), trataria de empurrar os artistas na direção de recursos expressivos no âmbito da própria arte (plásticos, narrativos, temáticos) a fim de renovar o estímulo. Afinal, o próprio espírito científico moderno contribuía neste sentido.

No entanto, estes primeiros filmes de efeito com seus temas e títulos com alusões a bruxarias e pseudo ciência refletiam os temores e anseios de uma época de expectativas frente a um mundo extraordinariamente novo – e consequentemente incerto – que se descortinava. Daí a apelação, freqüentemente vulgar (mas perfeitamente compreensível), para conceitos medievais, românticos e simbolistas; grande parte em seqüências animadas sem nenhuma função narrativa, cujo motivo era unicamente o interesse pelo automovimento e o poder de dar vida às coisas. Foi a maneira encontrada para, metaforicamente, dar vazão ao estranhamento e ao mesmo tempo fascinação pelas transformações do final do século XIX que avançavam sobre as rodas dos automóveis e as asas dos aeroplanos. Nada mais próximo do nascente cinema de animação que tinha nesse *movimento autônomo*, “mágico” – primitivamente demonstrado pelos *trickfilms* – o material de sua criação artística, que viria se tornar a essência mesma da arte da animação.

### 1.3. Os Modelos Artísticos

Mas se a arte não está na tecnologia em si mesma – mas nas possibilidades expressivas que a tecnologia proporciona – a animação teria que se voltar para modelos artísticos tradicionais relacionados à produção visual e que, de preferência, lidassem com o movimento através do tempo, de maneira a formar sua própria identidade. Na verdade, o cinema como um todo ansiava em estabelecer uma estrutura narrativa e um código estético. As *artes gráficas* irão fornecer o material básico.

Já vimos que há tempos existe uma relação dos dispositivos óptico-mecânicos com a produção gráfica. E formas gráficas autônomas baseadas em esquemas narrativos já existiam quando o cinema começou, a exemplo das *histórias em quadrinhos*, sua principal influência.

Aos quadrinhos vem juntar-se as performances de artistas plásticos chamadas *lightning sketches*. Alguns dos primeiros filmes de Thomas Edison mostravam esses artistas em ação (citamos na página 16 o filme *The Enchanted Drawing*, de Blackton, produzido por Edison). Georges Méliès foi desenhista, sendo suas performances gráficas, caricaturando personalidades históricas, suas primeiras contribuições para o emergente cinema francês bem no começo de 1896 (Crafton, 1987: 15).

Chama atenção o fato de os primeiros cineastas não terem transposto a idéia da *decupagem*, já presente nas histórias em quadrinhos. Ao invés disso, tiram dos quadrinhos as estórias e as piadas (gags) para seus filmes de curta duração, filmados em longos planos. Os pioneiros irmãos Lumière fornecem a prova num dos primeiros filmes narrativos, *Arroseur et Arrosé*, de 1895, baseado nas tiras do desenhista francês Christophe (Georges Colomb), publicadas em 1889 (Crafton, 1993: 37).

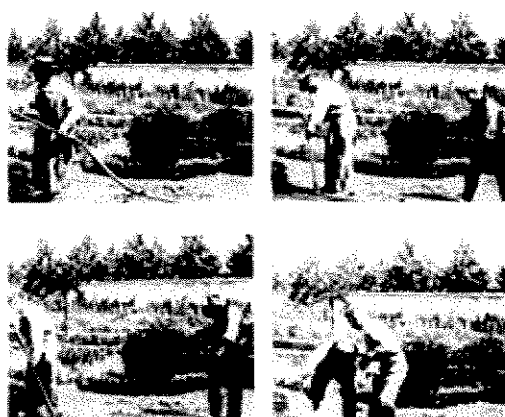
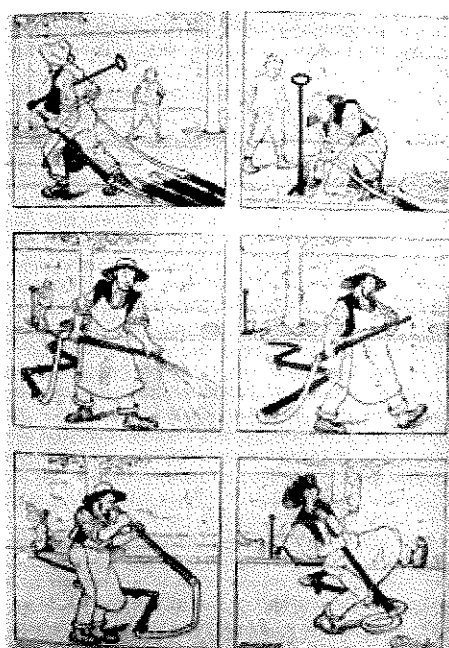
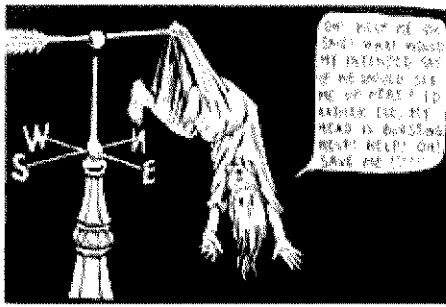


Fig. 17 LUMIÈRE e assistentes. *Arroseur et arrosé* (1895).

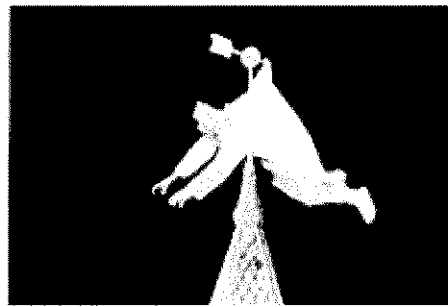
Fig. 16 CHRISTOPHE. *Histoire sans paroles – Un Arroseur public*, *Le Petit Français Illustré*, 3 de agosto de 1889.

Nos Estados Unidos, onde as estórias em quadrinhos prosperaram como mídia de massa atrelada aos grandes jornais e o cinema vai se desenvolver como indústria, esta influência será ainda mais marcante. Donald Crafton, em seu livro *Before Mickey – The Animated Film* (1993), um dos raros e talvez a mais consistente abordagem da fase pioneira da animação, descreve vários exemplos de filmes adaptados diretamente dos quadrinhos. Ele destaca o filme de Edwin S. Porter, *Dream of a Rarebit Fiend*, de 1906, adaptado dos quadrinhos de Winsor McCay, no qual, a despeito do que Crafton aponta como “notável ‘montagem’ de diferentes planos” nos desenhos originais, o cineasta se concentrou mais nos efeitos que o cinema podia proporcionar.

Não demorou para que também começasse a surgir as séries cinematográficas explorando personagens dos desenhos, abrindo de vez as portas do cinema para os desenhistas – Richard Felton Outcault é emblemático neste sentido, para quem o personagem de suas tiras “Buster Brown” lhe trouxe fama e fortuna : foi ele que começou com o merchandising nas telas de venda vinculada, em 1902 (Crafton, 1993: 40).



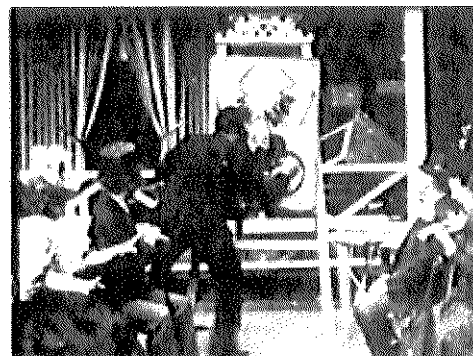
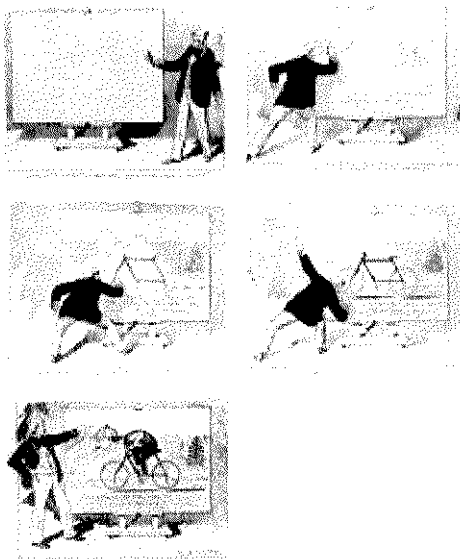
**Fig. 18** WINSOR McCAY. Detalhe da história em quadrinho *Dreams of the Rarebit Fiend* (1905).



**Fig. 19** EDWIN S. PORTER. Fotograma do filme *The Dream of a Rarebit Fiend* (1906).

Crafton ainda aponta o fato curioso de que estas adaptações destinavam-se a filmes de ação ao vivo, e que nenhuma tentativa de realizar desenhos animados baseados em histórias em quadrinhos acontecerá antes de 1911, quando Winsor McCay inaugura uma nova fase para a animação trazendo dos quadrinhos seus personagens das aventuras *Little Nemo in Slumberland*.

Aparentemente, os artistas que exploravam a nova técnica da animação não estavam ainda interessados na expressão gráfica presente nos quadrinhos. Neste primeiro momento, o fascínio da “mágica” do movimento era bastante para eles e o público, o que explica a influência inicial do entretenimento popular conhecido como *lightning sketches*, um tipo de apresentação que mistura artes gráficas com a performance ao vivo do desenhista.



**Fig. 21** Desenhista em ação (Tom Merry) no espetáculo ao vivo “lightning sketches”. *Peinture à L'envers*, atribuído a um fotógrafo dos Lumière (1898).

**Fig. 20** EDWIN G. LUTZ. *The Lightning Sketcher*. Ilustração para a revista *Life* de 15 de abril de 1897.

Existe neste espetáculo uma identificação com a idéia mística do artista como criador, reforçada por sua presença no momento em que tudo acontece. Havia os elementos básicos: o artista, a superfície de desenho, o desenho e a estrutura narrativa – transpostos integralmente para o cinema com a vantagem da técnica de animação ( às vezes só aparecia a mão do artista desenhando). Desta forma se promovia a ilusão do animador como mágico, como um ser privilegiado que tinha o poder de conceder vida às coisas.

## 1.4. A Ênfase Artística

E se para as primeiras platéias o desenho que se movia era parte da nova magia do cinema, em dez anos, de 1908 a 1917, a animação vai deixar de ser algo que maravilhava os espectadores como feito técnico para tornar-se uma arte autônoma.

Não se tratava de desvincular a arte da animação da técnica que lhe permitia existir (algo impossível), mas submetê-la a determinações artísticas – afinal, parte da riqueza artística está justamente na habilidade da exploração técnica. Para a emergência da animação como arte, tornava-se imperativo o deslocamento da técnica de animação do centro de atenção do espectador.

Esta tarefa de enorme significado, que afasta a animação da “magia” proporcionada pela técnica, empurrando-a para além de um mero mecanismo de trucagem e, mais que tudo, outorgando-lhe uma filosofia estética, caberá ao artista francês Emile Cohl. O detalhe que certamente permitirá a Cohl introduzir sua visão da animação como arte, influenciando todo seu posterior desenvolvimento expressivo, está na sua formação e experiência artístico-cultural – além, claro, de seu grande talento e dedicação.

Quando Cohl vai descobrir o cinema já passava dos 50 anos. Antes disso, já desfrutava de uma reputação considerável, sendo reconhecido em artigos e livros por seu trabalho como artista plástico (principalmente ilustração); na passagem do século seu nome era mais famoso que o de Méliès, dando a Cohl a oportunidade de chegar à animação com prestígio estabelecido (Crafton, 1993: 65).

Na juventude (por volta de 1878), com a arte como objetivo, Cohl vai trabalhar com um dos melhores cartunistas políticos da época, André Gill, período em que também desenvolve sua formação intelectual. Integrado ao círculo social de Gill que incluía artistas, poetas, jornalistas e críticos que nutriam grande admiração pelo pintor Honoré Daumier – donde surgirão líderes do movimento simbolista – Cohl ganha reputação como piadista (tinha paixão pelo jogo de palavras) e como aguerrido debatedor. Isto o levará a trabalhar em jornais, tornando-o conhecido; mas seus interesses são amplos e ele também vai produzir pinturas, poesias, fotografias e desenho de figurino para teatro (para o qual ainda escreveu duas comédias). Cohl se integrará, na década de 1880, a um grupo interessado em questões estéticas chamado *Os Incoerentes*, cuja filosofia era iconoclasta, antiburguesa, antiacadêmica e violentamente antirracional. Eram descritos como anarquistas da arte, com suas exposições de estranhas pinturas e desenhos invariavelmente atraindo artistas da moda, a exemplo de Toulouse-Lautrec. Esta estética terá grande influência no cinema de animação de Cohl, e será precursora de movimentos revolucionários para a arte do século XX, como o dadaísmo e o surrealismo.

Na virada do século, Cohl se dedica a ilustração de tiras de quadrinhos. Seu interesse pelo cinema se manifestará quando ele descobre que filmes estão sendo produzidos baseados nestas tiras. Ao se dirigir ao estúdio (Gaumont) para exigir seus direitos, é surpreendido com uma proposta de adaptar suas histórias em quadrinhos para o cinema. Na medida em que produz material para ser utilizado pelo estúdio, começa a trabalhar nos desenhos de *Fantasmagorie*, lançado em agosto de 1908, obtendo sucesso internacional (Crafton, 1993: 66).

Este primeiro filme realizado completamente por Cohl é também o primeiro desenho animado de verdade, com seus dois minutos fotografados frame-a-frame e apresentando características estilísticas bem definidas. Cohl desenhava em papel utilizando tinta nanquim (lembre-se que Blackton utilizava o quadro negro), o que lhe permitia flexibilidade.

Simplificou o traço para agilizar a execução dos desenhos mas sem abdicar da expressividade da *linha*. No laboratório reverteu a impressão para preservar no filme o efeito de linha branca sobre fundo negro. Para evitar descontinuidade dos traços, o que gera movimentos repentinos, lançou mão da *caixa de luz*, que permitia sobrepor as folhas de papel e assim retrazar os desenhos com precisão. Esta é o tipo de solução técnica de impacto na produção visual – surge com o objetivo muito específico de potencializar o controle gráfico – embora não diga respeito ao conjunto de conhecimentos dos sistemas artísticos (teóricos e práticos) por trás das formulações das obras de arte. Neste caso particular, o controle da relação entre os desenhos proporcionado por este dispositivo vai permitir a racionalização da distribuição destes na linha do espaço/tempo da ação, o que certamente levou Cohl à descoberta de que poderia *fotografar cada desenho duas vezes* sem implicar na perda de continuidade do movimento. Com isto caía pela metade a quantidade de desenhos para cada segundo de filme. Era um avanço considerável no sentido de diminuir os esforços das cansativas atividades mecânicas intrínsecas à produção de desenhos animados. Este dado ainda oferecia aos animadores a chance de, sim, desenvolver estratégias de exploração estética do movimento enquanto elemento expressivo, e aí estar municiando o sistema artístico.

Assim, Cohl conseguiu extraordinárias animações em movimentos de incrível fluidez, com figuras que não se limitavam as duas dimensões do suporte, mas se permitiam explorar a profundidade virtual do espaço tridimensional através do tratamento ilusório do escorço e do jogo perspectivo. Os elementos do universo artístico, com suas infinitas possibilidades de sintaxe plástica, adentravam verdadeiramente no emergente cinema de animação, dando origem a uma nova arte.

Portanto, as questões formais não eram tratadas gratuitamente, desprovidas de qualquer significado. As imagens e a narrativa não almejavam apenas o entretenimento, mas vinham alicerçadas sobre a filosofia antirracional que era o princípio estético norteador dos incoerentes. Isto dava coerência ao cinema de Cohl (num paradoxo lingüístico bem ao gosto desse artista), pois refletia seu autor e sua visão de mundo, estabelecendo as condições para que uma proposta artística alcançasse a reputação de obra de arte.

A originalidade do cinema de estética incoerente introduzido por Cohl era muito evidente graças ao conjunto integrado dos recursos expressivos utilizados e o encaminhamento da estória avesso aos métodos até então vigentes. Cohl não apresentava sua estória seguindo um esquema linear; ao contrário, ele admitia o jorro aparentemente aleatório de imagens que seguiam sua própria dinâmica, num crescendo imprevisível que exercia enorme atração da percepção. O movimento e as possibilidades plásticas da imagem animada começavam a ser explorados em todas as suas dimensões.

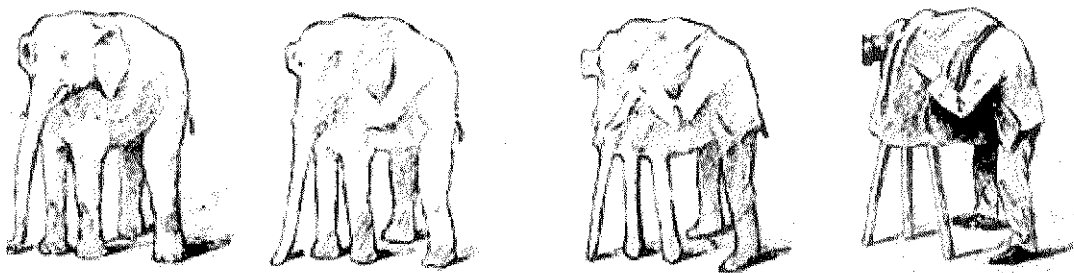
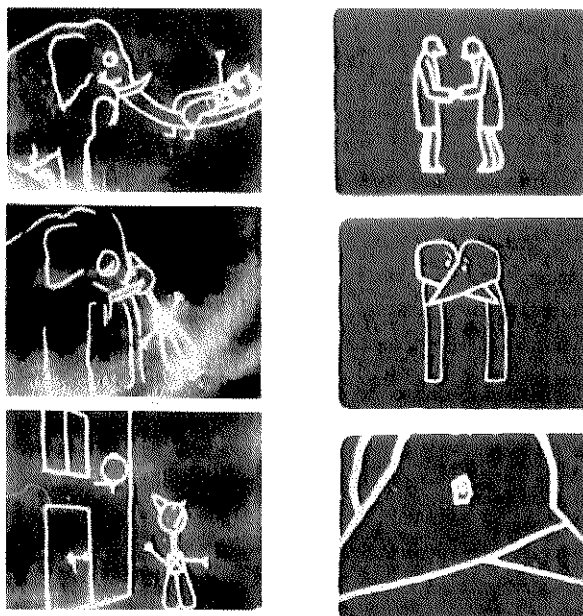


Fig. 22 EMILE COHL. *Distant Lens Enchantment to the View*. Judv: The London Serio – Comic Journal. 12 de fevereiro de 1896.

Este espírito espontaneamente inventivo, que vai marcar todos os filmes de Cohl, possui pontos em comum com vários momentos notáveis da história da arte que, como ele, lançaram

mão de táticas visuais de caráter fantástico sem no entanto caírem para a degenerescência da fetichização do exótico, como aconteceu a partir de meados do século XX na esteira do sucesso do movimento surrealista. Para alcançar este objetivo, Cohl desenvolveu conceitos que garantiam a eficácia de sua comunicação visual ainda que por caminhos alternativos, sendo o mais característico e espetacular o uso da *metamorfose*. Tirando vantagem do desenho construído exclusivamente com linhas, Cohl demonstra a flexibilidade deste elemento em configurações que tiram proveito de sua leveza e ambigüidade espacial em seqüências nas quais os contornos dos objetos sofrem mutações contínuas, misturando-se com outras formas para gerar novas figuras que seguem se metamorfoseando em fluxos. Este conceito, em si, não é novo (o próprio Cohl já explorava metamorfoses e anamorfoses nas suas tiras de quadrinhos), mas seu uso em imagens em movimento agregado a manipulação plástica do elemento linha com extrema competência e criatividade (inclusive aplicando *zoom* nos desenhos quando este efeito ainda não existia como recurso técnico nas câmaras), é puro pioneirismo artístico.



**Fig. 23** EMILE COHL. *Fantasmagorie* (1908). Seqüência com metamorfose do elefante originando a fachada de uma casa.

**Fig. 24** EMILE COHL. *Le Ratapeur de cervelles* (1911). Seqüência com simulação de zoom e aplicação de metamorfose.

Esta criatividade se manifesta em todos os aspectos da produção de Cohl, o que propiciava inovações frequentes sempre em função de ganhos expressivos. O uso de *máscara fotográfica* para combinar animações com seqüências ao vivo (utilizada com extrema precisão) é outro exemplo do pioneirismo de Emile Cohl; da mesma forma que o abandono da câmara à manivela pela de obturador elétrico – que, enfim, eliminava a cintilação típica dos primeiros filmes, por providenciar exposições consistentes. Seus argumentos passavam longe da ingenuidade que caracteriza a infância do cinema, marcada por realizadores que apenas se valiam da tecnologia do meio. Neste particular, Cohl é referência para o moderno cinema de vanguarda que vai surgir pela década de 1920, em vista de seu humor seco, sarcástico, inteligente e, viva (!), sem ser chato. Isto, certamente, em consequência da sua relação com o público, da sua necessidade de se fazer entender. Sua opção de trabalhar com cartum político para a imprensa no século XIX é reveladora desta peculiaridade. Linguagem pictórica, mesmo que rebuscada, sem necessidade de apoio verbal; ou, ao contrário, imagens que fazem trocadilhos com jogos de palavras; equivalências visuais, justaposições, citações estilísticas, sintaxe plástica – decididamente, isto não é atividade para “forasteiros” do universo artístico.



Cohl deixa isso evidente ao se colocar acima do feito técnico da câmara ou de qualquer outro dispositivo tecnológico, dissociando a arte da invenção técnico/científica - ainda que o artista (como ele) ou o técnico/cientista use da engenhosidade para o desenvolvimento de tecnologias que torne a arte possível.

A animação terá no artista americano Winsor McCay a garantia da continuidade de seu desenvolvimento como arte autônoma a partir da base proporcionada pelo francês Emile Cohl – inclusive da inclinação surrealista que vai marcar parte significativa da história da animação. Estes dois artistas chegarão ao ponto de estabelecer as duas grandes correntes estilísticas que ao longo do século XX irá distinguir as principais vertentes da animação, a partir do uso característico dos elementos de sintaxe plástica – comprovando na animação uma tendência universal da arte entre formas clássicas, sólidas e outras barrocas, oscilantes (Wölfflin, 1989).

Como Cohl, McCay já desfrutava de fama e reconhecimento quando resolveu entrar no cinema de animação. Era um extraordinário desenhista, cujo exacerbado talento ao mesmo tempo que causava espanto, era motivo de admiração e exemplo para colegas artistas. Esta capacidade permitiu a McCay a possibilidade de construção e manipulação plástica no desenho animado de uma maneira que não se imaginava possível para uma tecnologia em estágio tão primitivo – o que acelerou o desenvolvimento do potencial expressivo da animação.

McCay não era um intelectual como Cohl, mas tinha uma imaginação fabulosa e a percepção da dimensão artística da animação. Ao contrário de Cohl, que mudou seu desenho para uma forma simplificada conveniente à produção de milhares de imagens (embora com a devida consideração estética), a ousadia de McCay foi justamente transpor para a tela seu sofisticado estilo gráfico há muito estabelecido nas histórias em quadrinhos que ele desenhava, sem comprometer a qualidade de seu complexo design.

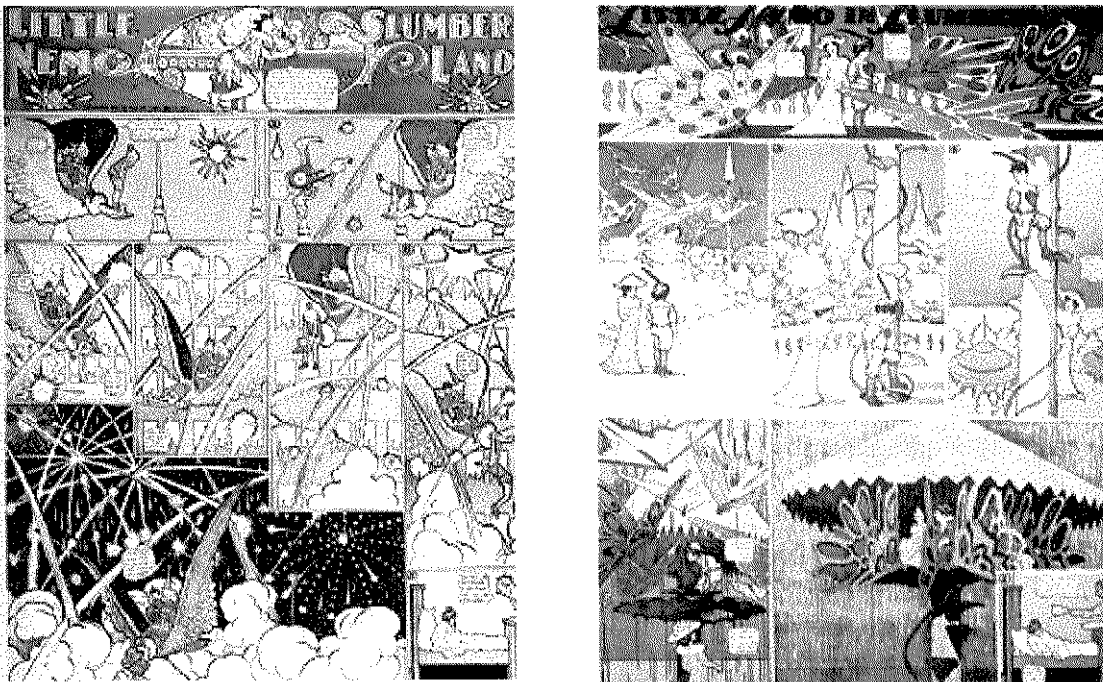


Fig. 25 WINSOR McCAY. História em quadrinho *Little Nemo in Slumberland* (1905).



Já nos quadrinhos seu espírito inovador era notável. Percebe-se sua concepção fantasiosa altamente original, distinta de ilustrações visionárias anteriores em qualquer meio gráfico. Sua configuração é rica, exuberante, mas o traço é econômico e estável. Fica estabelecido um equilíbrio em contraponto através de uma imaginação vertiginosa em uma forma clara. Forma inventada que parece ser possível apenas a McCay, que estivesse disponível apenas para ele, tamanha sua facilidade em manuseá-la, em submetê-la instantaneamente aos seus desejos. Assim encontramos o artista com total controle sobre seus recursos, circunstância ideal para que venha à tona sua qualidade pessoal, sua marca pessoal que particulariza uma forma e a transforma em arte.

Esta intimidade de McCay com a manipulação da forma, aliada a sua obsessão criativa, o leva a extrapolar as convenções visuais dos quadrinhos. Neste sentido, começa fazendo uma releitura de antigas tradições, como a deformação de personagens, enriquecendo suas narrativas fora do comum com a exageração das compressões e esticamentos dos corpos das figuras, num efeito ao mesmo tempo cômico e estranho. Brinca com a virtualidade dos quadrinhos ao incorporar o suporte à narrativa, como em *Little Nemo in Slumberland*, de 1907, num episódio em que os personagens se alimentam das letras do título da estória enquanto aproveitam para fazer uma gozação com os desenhistas que lhes dão “vida”, ou como em *Midsummer Day Dreams*, de 1910, em que o personagem tem consciência de que habita um mundo desenhado, e que assim pode andar pelas paredes e teto dos painéis dos quadrinhos onde está inserido – até que a borda de um dos quadros cede com seu peso. Isto é tão moderno quanto as estratégias cubistas (na pintura) em relação ao suporte que surgirão por essa mesma época.

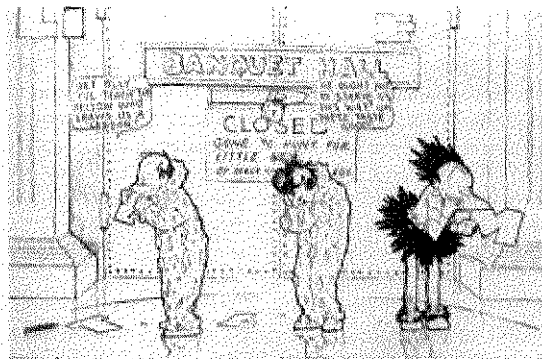


Fig. 26 WINSOR McCAY. Detalhe de *Little Nemo in Slumberland*. História em Quadrinho, 1 de Dezembro de 1907.

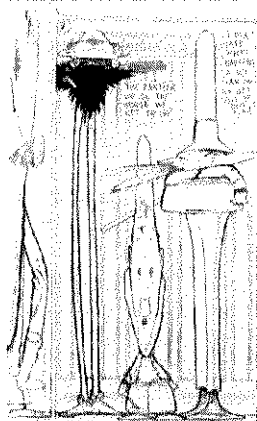


Fig. 27 WINSOR McCAY. Detalhe de *Little Nemo in Slumberland*. História em Quadrinho, 2 de Fevereiro de 1908.

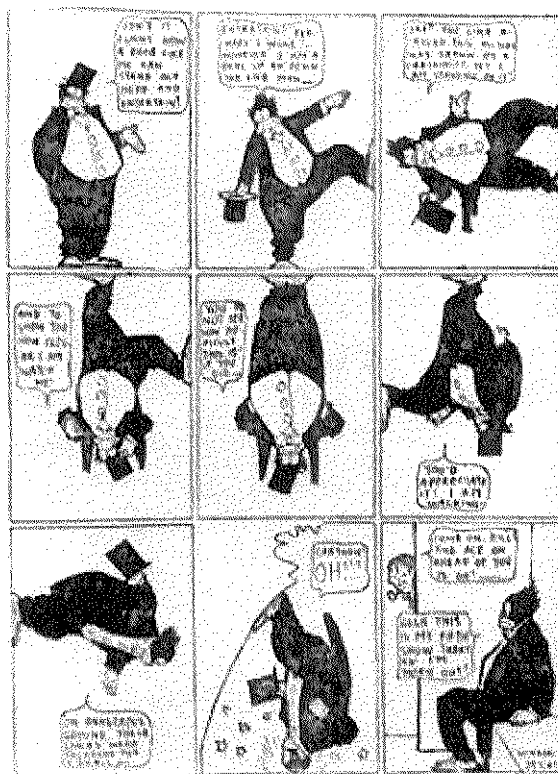
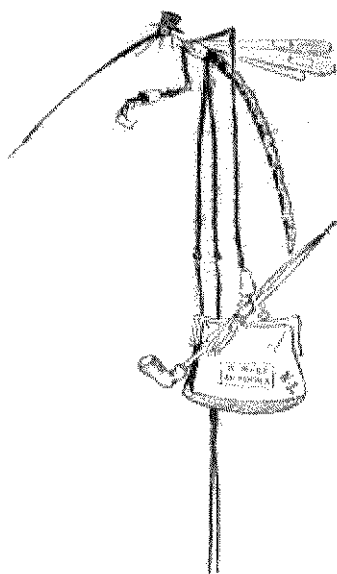
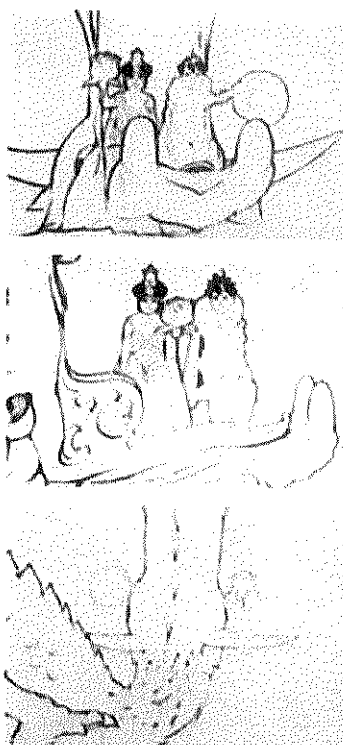


Fig. 28 WINSOR McCAY. *Midsummer Day Dreams* (1910).

McCay lança seu primeiro desenho animado, justamente *Little Nemo*, em abril de 1911 (Canemaker, 1987: 30), trazendo para a animação seu mundo de sonho e fantasia para o qual não havia precedente plástico. Naquele momento se teve a noção precisa de que se abria uma nova era para as artes visuais – o público percebia que a animação não se tratava de uma categoria de *trickfilm*, mas um tipo de arte com características próprias (um filme composto de desenhos) que rapidamente ia definindo sua linguagem. A própria postura de McCay em relação ao público diferia da dos realizadores dos filmes de efeito. Ele não cansava de divulgar o processo de produção do filme de animação, da quantidade de desenhos e do tempo necessário para confeccioná-los. Ainda assim, a ilusão de “coisa viva” proporcionada pela maravilhosa animação de *Little Nemo* deixava incrédulos os espectadores. Como aquilo podia resultar de simples desenhos em papel ?! A habilidade de McCay em simular movimentos naturais parecia sobrenatural (Crafton, 1993: 113). Mas era o resultado de sua aguçada percepção e análise do movimento humano e animal, além, naturalmente, de seu prodigioso talento como desenhista, traduzido na exibição de ações fluidas de personagens humanos, bichos reais ou não, veículos, no tempo certo e com as figuras dando a impressão de terem peso, respirarem. O movimento, apesar de mirar-se na realidade, era abstrato, pura invenção, servindo ao interesse expressivo do personagem. Esta impressão era reforçada pela sólida tridimensionalidade do desenho e o fantástico senso de perspectiva em que, sem contar com um cenário que poderia lhe proporcionar uma referência, conduzia os personagens por todo o espaço da cena, explorando o horizonte profundo numa proporção geometricamente irretocável.



**Fig. 29** WINSOR McCAY. Cartum com as características básicas do mosquito (1907) – personagem do seu segundo filme.



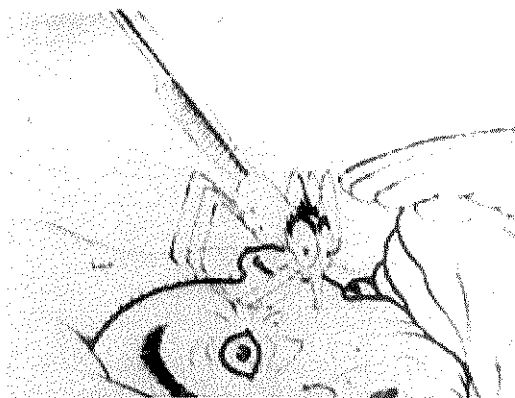
**Fig. 30** WINSOR McCAY. Fotoogramas de *Little Nemo* (1911)

McCay faz uso de elementos formais e códigos visuais explorados por Emile Cohl, como metamorfoses ou linhas que se movem aleatoriamente para se misturarem e dar origem a figuras completas; mas vai além na experimentação de conceitos fundamentais para a

animação, como comprimir/esticar, aceleração/desaceleração, temporização – tudo dentro de um conceito gráfico original objetivando personagens e ação numa visão o mais realista possível. Tanto que chega a tocar em aspectos mais avançados, como a aplicação das *características de personalidade*, um dos grandes trunfos (e enorme desafio) da arte da animação.

Para não omitir que McCay usufruiu de alguma melhora técnica a fim de atingir tamanho perfeccionismo artístico, vale informar que ele usou de mais precisão no registro das folhas em que se desenhava. Ou seja, toda a evolução para a animação no seu trabalho é de ordem puramente artística. Ele se valeu dos mesmos recursos técnicos (paupérrimos) que haviam atingido sua melhor condição com Emile Cohl – usou tinta nanquim em papel de arroz. Mas para a prova da eficácia dos movimentos usou bastante o sistema de flipagem (livro mágico), usando um modelo maior do *mutoscope*, um sistema mecânico inventado por Thomas Edison que tirava melhor proveito da flipagem; além de um cronômetro (Solomon, 1994: 16).

No filme seguinte, *How a Mosquito Operates* (também conhecido como *The Story of a Mosquito*), do começo de 1912, McCay se impõe um desafio: contar uma estória sem apelar para personagens conhecidos do público e, ao invés do movimento pelo movimento, a ação estaria condicionada a ênfase da narrativa. O artista decide trabalhar a *personalidade* de seu personagem como recurso expressivo e de identificação com o público. O astro do seu filme não poderia ser mais insólito: um repulsivo mosquito numa aventura gastronômica para lá de perturbadora – um banquete com sangue humano direto na fonte. McCay vai conceber seu mosquito (a quem ele chama de “Steve”) como uma figura de características humanas, embora sem amenizar na sua aparência de inseto chupador de sangue. Até pelo contrário, ele parte para exageros anatômicos, que combinados com apetrechos como chapéu e valise, originam uma criatura cômica.



**Fig. 31** WINSOR McCAY. Fotograma de *How a Mosquito Operates* (1912).

Após suas peripécias voadoras notavelmente animadas, o mosquito escolhe sua vítima, injeta seu enorme bico e chupa tanto sangue que explode. É o que basta para McCay demonstrar seu enorme talento em prender a atenção do público. Desde o princípio usa de uma tática que ele empregava constantemente nos seus espetáculos de variedade (para os quais, inclusive, produzia suas animações): olho no olho. Deste modo, o mosquito olha constantemente para os espectadores no sentido de angariar a cumplicidade da platéia, encorajando-o em sua nefasta e repugnante atividade – McCay mostra em close (antes do cinema de ação ao vivo – como já fizera Cohl – embora McCay a insira numa narrativa tipo clássica) as repetidas penetrações da probóscide do mosquito na pele do homem; sequência

cujo desconforto foi comparado a famosa cena do corte do olho em *Un Chien Andalou* (Crafton, 1993: 109), além de referências sexuais (Canemaker, 1987: 33). Consciente de que o horror não mantém a atenção do público por muito tempo, McCay usa de artifícios (alterna tratamentos visuais e explora uma variedade de condições psicológicas) para fazer a platéia se preocupar com o destino do mosquito, que parece não se dar conta do risco que está correndo. O mosquito dá um show de caras e bocas, uma verdadeira performance exibicionista usando como palco o nariz do homem bêbado, que apesar de dormir sob o efeito da bebida, eventualmente dá tapas no mosquito, sem maiores sucessos. McCay explora graficamente a anatomia do homem, variando a espessura da linha, deste modo alcançando requintes da estética expressionista, embalados por uma animação de extraordinários movimentos realistas. Usa de distorções de escala e exagera nas representações subjetivas, como o ronco do bêbado ou as alterações anatômicas causadas pelo fluxo do sangue no corpo do inseto.

É incrível ! Um desenho animado, naquela época, foi capaz de levar os espectadores à reflexão sobre a condição humana (Canemaker, 1987: 35), tendo como astro um mosquito chupador de sangue ! O tratamento aplicado por McCay colocou o inseto numa dimensão superior do imaginário, no qual ele deixava de ser um monstro ao demonstrar, com suas ações, fraquezas típicas do caráter humano. Isto distinguia o personagem, estabelecia uma empatia com a platéia que facilmente o compreendia e com ele se identificava. O personagem de animação ganhava *personalidade* – e abria as portas para o desenvolvimento da indústria do desenho animado.

McCay ainda vai se superar ao lançar, em 1914, *Gertie the Dinosaur*, que é considerado o primeiro grande marco da história da animação. Neste filme todas as suas conquistas são incorporadas (surgem vários dos *princípios de animação*), com o acréscimo de um cenário estático redesenhado mais de cinco mil vezes (Solomon, 1994: 17). Esta tarefa repetitiva (seguramente o maior entrave - de solução tecnológica - para a criação e expressão na animação) foi entregue a um assistente. Aqui estava, definitivamente, estabelecida as bases do personagem de animação, com o delineamento de sua personalidade através de um trabalho de concepção visual integrado a movimentos típicos que lhe dão estilo e cria as condições para sua individualização.

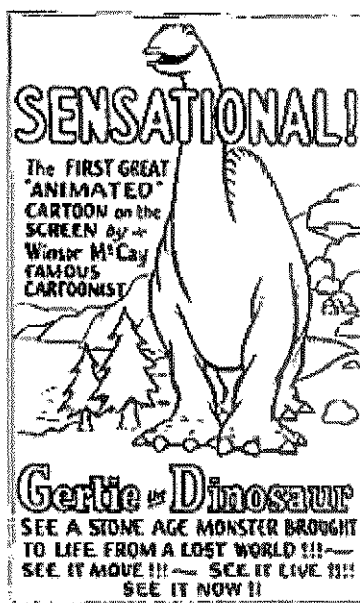


Fig. 32 WINSOR McCAY. *Gertie The Dinosaur* (1914)

*Gertie* fez tanto sucesso e provou ser tão popular que gerou falsificações (Solomon, 1994: 17). Mas também impressionou dezenas de jovens artistas que se decidiram pela animação e deram continuidade ao seu desenvolvimento, como Walter Lantz (criador do “Pica-Pau”), Dave Fleischer (criador de “Koko, O Palhaço” e inventor da *rotoscopia*) e Dick Huemer (um dos mestres que forjou a fama dos Estúdios Disney).

Emile Cohl e Winsor McCay encarnam o estereótipo do artista/animador que não deixa dúvida a respeito de quem e qual o tipo de atividade que é responsável pelo sentido da palavra *arte* nesta seara da imagem em movimento conhecida como animação. A formação, a visão do ofício e do mundo, o tipo de produto concebido e com que propósito, delineiam exemplarmente o perfil do indivíduo que se dedica à criação artística – indivíduo que lida com preocupações e elementos simbólicos dentro de um conjunto de conhecimentos próprios que estimula, como nenhum outro, esta característica humana que encontra na arte seu ambiente mais fecundo: a imaginação. Fica claro qual o papel da tecnologia na arte e na animação em particular – algo que possibilita sua manifestação e que, por consequência, interfere na concepção visual. Mas o aprimoramento técnico precisa estar a serviço da arte, jamais o contrário. Ao fazer uso de determinado procedimento técnico (qualquer que seja) para a criação artística, se está instrumentalizado com o elementar para a abordagem de uma questão cuja inteireza passa ao largo do domínio material. E isto é tão mais forte e verdadeiro quanto mais sofisticado for o mecanismo empregado para este propósito, pois funciona como um filtro que tende a mascarar a autêntica expressão do sujeito criador, do artista. Atualmente este aspecto (sua superação) vem sendo bastante considerado no aperfeiçoamento da tecnologia da informática aplicada à computação gráfica.

### 1.5. A Industrialização da Animação

Parece absurdo colocar nestes termos – industrialização – o enfrentamento das questões de produção do filme de animação num momento em que praticamente faltava de tudo. Realizar um ou outro filme, no tempo que fosse necessário, como fez Winsor McCay, não permitiria o desenvolvimento de um mercado que desse sustentação ao oneroso (e consequentemente caro) processo de produção. A nascente indústria cinematográfica, em termos gerais, ainda buscava uma estrutura artística. Para a animação, em particular, os problemas eram mais difíceis. Os primeiros artistas precisavam tornar suas obras interessantes – o que queria dizer, pelo menos, serem vistas enquanto *filme*, com começo, meio e fim. Paralelamente, tinham de se preocupar com a concepção gráfica e realização de movimentos convincentes. Afinal, não custa lembrar que estamos no início da animação e não havia profissionais experientes. Esses artistas eram desenhistas talentosos, mas fazer animação implicava o conhecimento de novas habilidades – a maior parte ainda por serem descobertas. Como se estes problemas não bastassem, a imprensa não dava a devida atenção a animação (Halas; Manvell, 1979: 330), bem ao contrário do que sempre ocorreu com o cinema de ação ao vivo. O desafio destes pioneiros, como se percebe, era enorme. Não apenas desenvolver a animação propriamente dita, mas obter respeito profissional e criar uma audiência “que pudesse apreciar e aceitar os movimentos e expressões de personagens desenhados em papel” (Solomon, 1994: 22).

Para produzir animação de maneira rápida e barata, a fim de atender a prazos e orçamentos curtos, surgem os *estúdios de animação*, apoiados em novas técnicas e organização empresarial. Criados e gerenciados por animadores autodidatas no domínio do processo básico

de animação, estes empreendedores recrutavam sua mão-de-obra nos departamentos de arte dos jornais, ensinando aos jovens cartunistas os rudimentos da animação. Só mesmo o grande talento desses artistas (que formarão a primeira geração de grandes mestres) para explicar o excepcional desenvolvimento técnico e artístico da animação entre as décadas de 1910 a 1940. A formação em escolas de belas artes, com sólida base em desenho e pintura, era o ponto em comum entre todos estes precursores.

Este salto da animação para a produção em larga escala vai acontecer nos Estados Unidos e tem início imediatamente antes da eclosão da I Guerra Mundial, fato que contribui para fortalecer a emergente indústria cinematográfica norteamericana como um todo, pois deixou de enfrentar a concorrência de produtores europeus. Mais que isso, acabam por ocupar o mercado consumidor europeu ainda antes do término do conflito, estabelecendo assim, desde cedo, uma hegemonia na produção audiovisual em todo o ocidente (Crafton, 1993: 218).

Ganhar em expressividade artística ao mesmo tempo em que se agilizava o tedioso processo de produção na animação se constituía numa tarefa determinante a ser devidamente equacionada se se desejasse o seu desenvolvimento como um negócio lucrativo. Veremos como, entre a contribuição de fatores de ordem técnica e estética, a introdução de *procedimentos administrativos* completamente estranhos aos estúdios de arte implicará numa revolução na prática artística, na disseminação da obra de arte (neste caso, o filme de animação) e sua influência popular. Como comprovação da tese aqui defendida, observaremos que, apesar de todas as inovações vindas de diversos campos do conhecimento em auxílio a uma cada vez maior automatização do processo de produção da animação, em nenhum momento se vê questionada a importância do objeto artístico ou a posição central e proeminente do indivíduo que o produz dentro de qualquer esquema empresarial. Muito pelo contrário, se verifica um fortalecimento da entidade artista/obra em benefício do qual todos os esforços devem ser direcionados com o propósito da melhor condição possível para o trabalho de criação e produção – uma terceira etapa, a que envolve a distribuição, a princípio aparentemente alijada das outras duas, se estrutura em torno das características artísticas do produto, a partir do qual é traçada a estratégia de divulgação e venda.

Evidentemente, nenhuma mudança em comportamento há muito estabelecido (ainda mais quando de grandes proporções) implica em imediata unanimidade – ou que só traga benefícios. A questão da individualidade, do ponto de vista pessoal do artista criador, foi motivo de polêmica. Artistas do porte de Winsor McCay chegaram a colocar em dúvida o futuro da animação se ela fosse tratada como um negócio, abdicando da riqueza maior da arte que é a contribuição (formulada plasticamente) do conceito individual das coisas por parte de um ser humano espiritual e culturalmente elevado. A própria questão prática de artistas se sujeitarem a padrões uniformes de representação gráfica impostos, necessários à produção em larga escala, era motivo de preocupação. Havia tanto o lado da sua anulação criativa quanto a dificuldade em adotar traços e formas plásticas que não lhe diziam respeito. Afinal, o verdadeiro artista e sua obra vêm à tona quando se identifica uma contribuição realmente autêntica, original, resultado justamente da confluência em condições ótimas da sua visão de mundo e domínio dos recursos expressivos.

A animação soube superar estes obstáculos da mesma forma que se observa em outros momentos da História da Arte em que, naturalmente, artistas mais talentosos (e artistas bem aceitos pelo público são artistas talentosos) ocuparão postos de direção, determinando as diretrizes que fundamentarão a obra final, tratando de atribuir-lhe unidade formal e coerência conceitual.

É sobejamente conhecido o sistema de formação de artesãos desde a Idade Média, em que aprendizes freqüentavam (passavam a morar mesmo) o atelier de um mestre por vários anos até se encontrarem em condições de montar sua própria oficina. Era comum darem seqüência ao estilo do velho mestre. Com o Renascimento esta prática permanece, mas a autonomia do artista já começa a depender de sua capacidade em apresentar um estilo próprio, bem de acordo com o estágio cultural alcançado. Este modelo permanece até hoje, apenas com a substituição das oficinas dos mestres pelas escolas de arte. Se hoje o pretendente a artista não consegue estabelecer um estilo que demonstre sua originalidade, a sociedade o desautoriza através da negação do seu sucesso econômico. Claro que esta colocação é simplificada para fins didáticos, pois diversos fatores extra-artísticos podem ser acionados com o intuito de promover uma atividade – embora, sem talento, esse esforço não leve muito longe. O que importa é que, com a automação/industrialização de certas formas de arte neste século, o sujeito com habilidade para o desenho que por algum motivo não obtenha sucesso numa carreira solo ou simplesmente não almeja esta forma de trabalho, tem a possibilidade de se engajar em grupos envolvidos em produções de massa.

John Randolph Bray está para o cinema de animação assim como Henry Ford está para a indústria automobilística, tamanho o impacto de sua inovadora e eficiente organização na maneira de se produzir filmes de animação. Trabalhava em jornais como ilustrador, desenhando histórias em quadrinhos de grande sucesso popular. Sua ânsia de empreendedor o fez partir para negócios próprios em que, logo de início, vislumbrava o potencial da animação para seus desenhos, mas percebia que a novidade não iria prosperar se não encarasse o fato de que teria de competir por mercado com os filmes de ação ao vivo (quase sempre comédias) que eram lançados à proporção de dois programas por semana (Crafton, 1993: 138). Alcançar esta regularidade na produção de animação era condição básica para este negócio prosperar. Bray, então, procurou implantar na animação princípios científicos de gerenciamento à moda das teorias de Frederick W. Taylor sobre produtividade no trabalho (Drucker, 1993: 14-20). Sua estratégia para viabilizar a produção atacava quatro pontos: primeiro, descartar ou modificar a maneira então vigente de se produzir animação com esforços em detalhes proibitivos; segundo, abandonar a produção individual e partir para a divisão do trabalho; terceiro, proteger os processos através de patente; quarto, aperfeiçoar a distribuição e o marketing dos filmes.

Bray havia utilizado em seu segundo filme, *The Artist's Dream* (lançado em meados de 1913), uma técnica que aliviava bastante o trabalho de redesenhar o cenário estático em todas as folhas – um exemplo evidente da imperiosa necessidade de minorar o esforço mecânico entranhado no processo de animação, responsável por seu entrave artístico e comunicativo. Simplesmente imprimia o cenário nas folhas onde seriam desenhados os personagens animados. Nas etapas da animação em que as linhas do personagem se confundiam com o cenário, preenchia-se de branco o interior do personagem. Muito esperto, Bray incluiu no documento em que requeria a patente desta invenção todos os processos de animação então conhecidos até aquela data (Crafton, 1993: 145). A despeito das batalhas judiciais que se seguiram, o sistema implementado por Bray, com controle total da produção de animação como uma *linha de montagem*, atendia às necessidades mercadológicas e cumpria a inquestionável necessidade de formação de público. A relação de trabalho no estúdio era clara: Bray era o chefe e os outros eram subordinados. Uma *hierarquia* foi estabelecida com a introdução de níveis intermediários de funcionalidade. Se esse sistema em princípio suprimia a

individualidade – condicionando um alto nível de uniformidade – no caso específico da animação esta situação acabou propiciando o aparecimento espontâneo de códigos visuais que com o tempo contribuíram para uma identificação popular com o gênero (sem esquecer de que também dava início a estruturação de um sistema padrão na produção do trabalho de animação). Isto só reforça nossa tese de que a arte, sendo em essência uma apreensão intuitiva do mundo, estará sempre acima das condições técnicas e, agora também, de sistemas de conhecimento aplicados à produtividade do trabalho artístico. Fica claro como interferências bem conduzidas, mesmo externas ao sistema de conhecimentos artísticos que impliquem em incrementos no processo de produção, acabam sendo consideradas no esquema de criação e interferem no resultado final da obra. No entanto, ainda assim, permanecem como acessórios operacionais alheios ao cerne da concepção da arte. A insistência neste tipo de diferenciação nos levará, quando da introdução da informática no processo artístico, ao perfeito entendimento de sua função como ferramenta para melhoramento da eficiência produtiva e soluções estéticas – jamais como a arte em si, como alguns quiseram considerar.

Naquela época apenas um outro estúdio de animação rivalizava com Bray. Raoul Barré, artista canadense, emigrara para os Estados Unidos e em sociedade com outros artistas transformou seu estúdio numa verdadeira fábrica de animadores, suprimindo a inexistência de escolas. Ao lado de Bray, mais o William Randolph Hearst International Film Service (criado em 1915), dominou a produção de animação até o início da década de 1920 (Solomon, 1994: 22).

Para se estabelecer no mercado, o estúdio de Barré teve de desenvolver técnicas que o colocasse em condições de competição. A solução encontrada por Barré para contornar a necessidade de redesenhar os cenários baseava-se num *sistema de corte* das folhas onde estava desenhado ou o personagem animado ou o cenário estático – dependendo da necessidade da animação. Se o personagem se movimentasse numa pequena área, cortava-se esta área das folhas do cenário, que eram sobrepostas às do personagem. Caso contrário, cortava-se a folha do personagem, contornando-o, deixando uma tira fina que o ligava a parte perfurada para o registro (que tinha de ser perfeito). Já Bill Nolan (antigo colaborador de Raoul Barré) implantou o *cenário desenhado em compridas folhas de papel*, que movimentadas por trás do personagem caminhando no mesmo lugar, criava a ilusão de movimento horizontal. Era também uma solução para movimentos em panorâmica no desenho animado (mais um exemplo de solução técnica diretamente integrada ao mutirão expressivo).

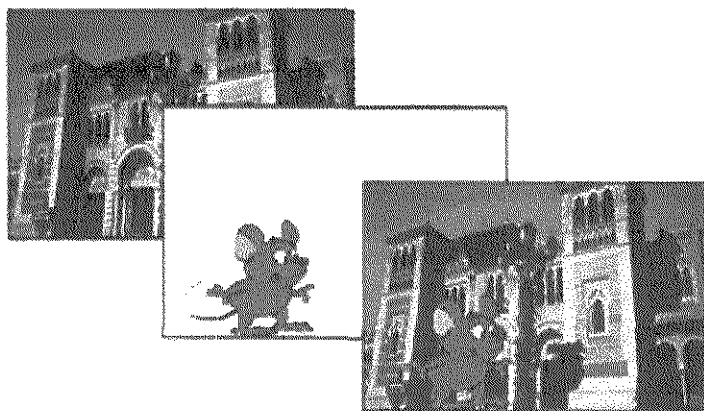
Com as condições proporcionadas pela organização empresarial da produção e técnicas que tornava menos oneroso o trabalho repetitivo, surgiam as séries de desenhos animados com personagens destinados a marcar épocas. A expressão “desenho animado” vai aparecer com a primeira das séries de personagens – *The Newlyweds*, de 1913 – realizada por ninguém menos que Emile Cohl (no entanto trabalhando sozinho, à taxa de um filme a cada vinte dias, por dez meses – um espanto !) durante sua temporada nos Estados Unidos (Crafton, 1993: 83). Tratava-se de uma adaptação dos famosos quadrinhos do desenhista George McManus *The Newlyweds and Their Baby*.

Justo na largada desta excitante etapa do desenvolvimento da animação, duas grandes descobertas são anunciadas. A primeira surge em dezembro de 1914, quando é patenteada aquela que afetivamente foi a maior contribuição técnica para a animação tradicional até o advento da computação gráfica: o *desenho sobre folhas de celulóide transparente* – no Brasil vulgarmente chamada de *acetato*. Esta inovação coube ao animador norte-americano Earl Hurd (Richard, 1982: 21).



É impressionante o impacto que esta absurdamente simples tecnologia vai trazer para a animação, logo institucionalizando-se como padrão na indústria (agora sim a palavra “indústria” vai mesmo fazer sentido). Ela afeta desde o processo básico de confecção técnica da animação (desenhos, materiais, efeitos, etc.), passando pela sistematização da linha de produção dos estúdios, com um maior nível de especialização de tarefas e consequentemente ampliação da divisão do trabalho (trazendo mais eficiência) e, principalmente, proporcionando a liberdade artística que faltava para a animação desenvolver todas as suas possibilidades visuais (ou quase), caracterizando-se definitivamente como uma arte autônoma de valor estético inquestionável – sem falar de seu apelo popular.

Com o acetato as figuras animadas ganham completa independência dos cenários, com benefícios enormes para ambos. Aos cenários poderia agora ser dada maior atenção plástica, sem limitações expressivas. Dos mais simples aos mais complexos, a concepção, o desenho e a pintura dos cenários subordinavam-se agora unicamente à considerações artísticas, instituindo logo uma nova categoria profissional dentro da animação – os paisagistas, cenógrafos dos desenhos animados. Fotografias poderiam ser usadas como cenário, permitindo uma forma rápida e de grande precisão para os filmes que combinavam desenho animado com imagens reais. Partes de um cenário poderiam ser pintadas em folhas separadas de acetato permitindo o uso de planos, um significativo aperfeiçoamento para a ilusão de profundidade. Por sua vez as figuras animadas em acetato ganhavam uma autonomia de movimentos impossível de outras maneiras quando combinadas com cenários complexos. Era uma solução sob medida para animar grupos de figuras com movimentos diferentes no tempo e no espaço, colocando-os em acetatos separados que eram sobrepostos em camadas sobre o cenário. Quando a cor aparece como solução industrial satisfatória para o cinema, seria impensável imaginar a animação sem o uso do acetato. Aliado ao conceito de trabalho hierarquizado introduzido por Bray, teremos aqui estabelecida a práxis do estúdio de animação – base para a simulação por computador, a exemplo da ação baseada em *keyframes*, um desses conceitos de trabalho hierarquizado na animação tradicional.



**Fig. 33** Cenário, acetato e acetato montado sobre o cenário. Publicado pela Autodesk, USA (1995).

O advento do acetato – a revolução proporcionada por este singelo aparato no sistema produtivo da animação e a dimensão estética a que era dado acesso aos desenhos em movimento em função de sua aplicação – nos dá a oportunidade de abordar uma idéia defendida por teóricos da comunicação em voga principalmente nas décadas de 1970/80 quando, sob o bombardeio propagandístico da indústria da informática aplicada à computação

gráfica, se indagava (na verdade afirmando) a respeito do que vinha a ser efetivamente arte. Como na fase inicial da microcomputação – mesmo os programas mais primitivos para processamento de texto tinham de ser criados pelo usuário se se quisesse algo minimamente funcional (para tanto precisando dominar alguns rudimentos de alguma linguagem de programação, coisa normalmente enfadonha como qualquer código estranho com o qual tivéssemos de nos familiarizar), dá para entender, ainda que em parte, a confusão iniciada ao se querer atribuir às soluções técnicas (no caso, a elaboração de programas gráficos para computador) o status de verdadeira criação artística (Machado, 1993: 138). Dizer que um programa de computador para trabalho gráfico é uma obra de arte é confundir o objetivo da ciência/tecnologia com o da arte – justamente o que temos distinguido enfaticamente ao longo deste relato histórico. No caso da computação gráfica, trata-se exatamente da aplicação de conhecimentos científicos na produção tecnológica de uma *ferramenta* sofisticada para a *época atual* (não se esqueça disso) aplicada ao processo de criação artística.

Esta questão voltará a ser abordada quando chegarmos no desenvolvimento da animação feita por computador, mas ao registrar este tópico nesta passagem da história da animação, queremos chamar atenção para a figura do introdutor do acetato no desenho animado e, sob o critério de criação artística proposto por certos teóricos da comunicação (chamados “teóricos da imagem”), se a folha de acetato transparente seria uma obra de arte. Aqui é fácil; neste caso não precisamos ser nenhum grande pensador para contestar veementemente este absurdo. Temos a noção clara de que esta folha de plástico inerte não nos diz absolutamente nada – mas que, quando utilizada por um indivíduo talentoso dentro de um conjunto de regras que se utilizam de códigos de linguagem devidamente manipulados, pode vir a se constituir em um poderoso suporte para que a verdadeira arte se manifeste: a visão do artista expressa plasticamente.

Os teóricos poderiam alegar que o acetato não é um produto “inteligente”, como eles imaginavam ( ou será que continuam imaginando? ) que era o programa de computador. A este respeito, até as autoridades acadêmicas mais interessadas no desenvolvimento de sistemas autômatos para manipulação de informações (enganosamente chamados de “inteligência artificial”) já abdicaram deste conceito por entenderem, enfim, que inteligência – sensibilidade e raciocínio – não se consegue através de processamentos matemáticos apenas: quer seja somando  $2+2$ , ou dividindo..... por ....., ou apelando para a instrução algorítmica  $1+0 = \square$ . O programa gráfico sozinho, ou mesmo com o auxílio de um técnico não artista, dificilmente nos emocionaria, nos preencheria com aquela sensação de satisfação sem explicação que nos envolve quando defrontamos com uma verdadeira obra de arte. Dentro do atual estágio cultural da humanidade, dizer que um programa gráfico por si mesmo seja uma obra de arte é querer zombar da sensibilidade – e inteligência – humana.

Quanto a pessoa do Earl Hurd, a despeito da importância de sua invenção técnica (dificilmente qualquer algoritmo por si mesmo, aplicado à computação gráfica, venha proporcionar tamanha revolução), pergunta-se: com o que ele contribuiu em termos de criação artística – inclusive fazendo uso do acetato? Hurd era empregado do estúdio de John R. Bray quando conseguiu a patente do acetato, mas apesar das vantagens legais e financeiras oriundas de sua invenção, continuou empregado de Bray (Solomon, 1994: 25). Nesse estúdio ele realizou o trabalho artístico que lhe deu algum destaque – a série em desenho animado *Bobby Bumps* – para em seguida cair em esquecimento (passou a trabalhar no departamento técnico do estúdio de Walt Disney). Apesar de bom desenhista, do ponto de vista artístico a contribuição de Hurd para a animação é quase nenhuma, pois não legou obras nem conceitos

estéticos aplicados à imagem animada de significativa importância. Não enriqueceu nossa cultura visual. Faltou, justamente, arte.

A outra descoberta técnica que repercutiu nos sistemas tanto produtivo quanto artístico da animação será a *rotoscopia*. Inventada pelos irmãos Max e Dave Fleischer no ano de 1915 (Crafton, 1993: 169), não se compara a revolução proporcionada pela introdução do acetato, mas até pela maneira como foi explorada artisticamente pelos seus idealizadores (que se tornaram referência obrigatória para a animação enquanto arte), sugere a colocação de seus autores em contraponto à Earl Hurd. Basta iniciar dizendo que são os “pais” de personagens antológicos como Koko O Palhaço, Betty Boop e Popeye – ícones do imaginário visual do século XX. E aí temos criação artística – não há como existir confusão.

A rotoescopia era um engenhoso artifício para se obter movimentos realistas no desenho. Uma sequência de imagens reais pré-filmadas era projetada frame-a-frame (como um projetor de slides) numa chapa de vidro, permitindo que se decalcasse para o papel ou acetato a parte da imagem que se desejasse. Abria-se novas oportunidades para efeitos especiais, amplitudes de movimentos; mas também um mercado muito lucrativo para a animação: os filmes de instrução e educativos. Mecanismos técnicos complexos podiam ser facilmente explicados pelo uso de desenhos animados e a rotoescopia ampliava este alcance.

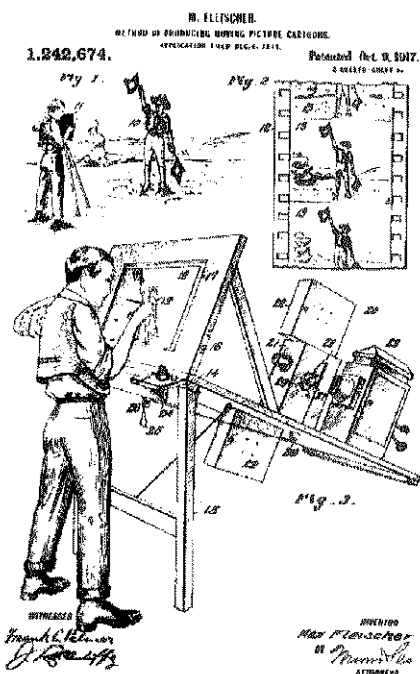


Fig. 34 Fleischer Studio. Ilustração para o documento de registro da patente do processo da rotoescopia (1915-17).

Com esta técnica os filmes que misturavam desenho animado com ações ao vivo ganharam impulso. Era fácil fazer um dançarino real se transformar em personagem desenhado sem que este perdesse o ritmo, a sutileza e a sensação de solidez da imagem real. E aí surge a questão: qual a vantagem para a animação em reproduzir tal e qual, mecanicamente, o movimento dos seres e fenômenos cinéticos do mundo real? Aqui se toca num dos temas mais caros à discussão artística a partir do século XIX que é a representação da Natureza. Ora, arte é ilusão, mas jamais poderia abdicar da referência do mundo físico onde afinal existimos enquanto organismos biológicos – tanto por sua riqueza plástica e fenomenológica quanto pelo que representa como meio ambiente para a espécie humana. Abdicar da Natureza como

referência artística (em qualquer forma expressiva) não traria apenas empobrecimento estético, mas significaria a negação da condição existencial do homem.

A Natureza, como referência, pode estar representada na arte mais ou menos realisticamente. Mas tanto mais se percebe a interferência da visão (estruturação plástica) do artista no objeto de arte, tão mais este objeto se aproxima do status de obra de arte. É o que permite à fotografia e ao cinema, largamente baseados em imagens realistas, conceber obras neste nível, demonstrando cabalmente a acertiva da afirmação acima. Na pintura e na animação, o fato de o artista dispor de controle total sobre os elementos de sintaxe plástica (além da maneira indireta de tradução formal do que sua visão capta), extrapola suas possibilidades expressivas. Se este artista conta com artefatos que ampliem sua percepção e manipulação das imagens e fenômenos do mundo, não há dúvida que ele alargará seu horizonte artístico. No entanto, jamais para subordinar-se aos determinismos do mundo real – seria a anulação da Arte (e da animação em particular). Isto fica muito evidente quando dispomos hoje de um processo mais sofisticado de captura e simulação de movimentos por via digital em que percebemos, distintamente, quando é utilizado como ferramenta artística (o andróide malvado que assume diversas formas no filme *O Exterminador do Futuro II*, de James Cameron, 1991) ou quando tem por finalidade propósitos científicos ou técnicos ( a simulação da trajetória de uma bala como forma de elucidação de um crime). Num caso ( o artístico ), a captura digital do movimento e das formas do corpo de uma pessoa real é apenas o ponto de partida para uma série de interferências que buscam expressividade visual, não importando se para isso as leis físicas da óptica, da mecânica e do magnetismo tenham de ser categoricamente fraudadas; no outro, a ação e a imagem devem ater-se o mais fielmente possível as regras do universo físico, sem margem para a imaginação – do contrário deixa de ser ciência.

Os irmãos Fleischer, apesar da engenhosidade técnica, eram artistas talentosos. Conscientes do risco do naturalismo inexpressivo que a dependência severa da rotoscopia poderia implicar nas produções com expectativas artísticas ambiciosas, atuaram de maneira extremamente criteriosa na exploração de seu invento. Não deixaram de tirar vantagem econômica da aplicação da rotoscopia como simulação do movimento real em filmes técnico/científicos (tanto que se aliaram a John R. Bray para explorar esta vertente dos negócios), mas vão montar seu próprio estúdio com uma clara definição para a arte e se transformar numa das escassas forças criativas que ainda conseguirá incomodar o império de Disney (Solomon, 1994: 73). Não é pouca coisa.

Seu primeiro personagem de sucesso, o palhaço Koko, tornará célebre a série de desenhos intitulada *Out of The Inkwell*, que ao longo da década de 1920 contribuirá significativamente para a afirmação deste tipo de programa no gosto popular. Tiram vantagem do recurso da rotoscopia inclusive para a concepção física e psicológica do personagem, que se questiona sobre sua origem, oferecendo oportunidades para a exploração criativa de “gags”, numa mescla equilibrada de humor próprio com as fórmulas que começavam a criar raízes. Suas histórias vão combinar figuras reais com personagens de cartuns que “trocam de mundos”, em que o próprio animador participa das aventuras tanto como criador como criatura, real e desenhado, sofrendo as agruras dos universos paralelos. Os Fleischer levam às últimas conseqüências as possibilidades daquele espetáculo que está na base da animação, os *Lightning Sketches*, procedimento que havia alcançado seu maior sucesso com *Gertie*, de Winsor McCay. As questões de ordem formal eram rigorosamente consideradas, ao ponto de Dave Fleischer insistir no uso de determinado tipo de lápis para obtenção de traços de melhor resultado plástico (Crafton, 1993: 175). Combinavam todas as técnicas então conhecidas

(sistema de corte, acetato, animação por fases, rotoscopia, etc.) de acordo com o que pedia a cena; ou seja, a técnica corretamente subordinada a necessidade expressiva. As conquistas estéticas do universo da animação que iam aparecendo eram incorporadas e retrabalhadas com vistas a adequação dos personagens e sua efetiva empatia. Um exemplo era o conceito de *animação elástica*. Emile Cohl e Winsor McCay já anunciavam este procedimento, mas experiências de animadores como Bill Nolan o definiu como recurso característico da arte da animação, no qual o corpo de um personagem se comportaria como uma borracha, cujas partes passavam a ser extremamente flexíveis. Assim, ao invés de dobrar o cotovelo seguindo as limitações naturais de angulação, o braço teria a flexibilidade de uma mangueira de jardim. Isto permitia uma soltura e fluidez de movimentos espetacular, possibilitando ações engraçadas com muito apelo visual.

Detalhes desta natureza demonstram bem em que campo estavam envolvidos os irmãos Fleischer, o que explica a tremenda popularidade, longevidade e influência de suas produções artísticas.



Fig. 35 Fleischer Studio. Cartaz de propaganda da série *Out of The Inkwell*, com o astro Koko O Palhaço (1921).

Em função destes desenvolvimentos, as *séries de personagens* se impõem no mercado. A competição entre os estúdios, que se multiplicavam, se tornara um vício. Todos os procedimentos técnicos até aqui abordados se encontravam plenamente difundidos. Técnicas alternativas, utilizadas por animadores que por motivo de ordem pessoal, cultural, geográfica, e porque não dizer também, profissional, tiveram enorme desenvolvimento nesta mesma época. Por não serem as mais utilizadas no processo industrial da animação – não estavam por trás dos filmes que popularizaram este gênero de cinema e lhe forneceu um conjunto próprio de conceitos artísticos – abordaremos estes procedimentos e os principais *cinastas independentes* (chamados assim por se situarem na periferia do mercado da animação) no item 1.6..

Dentre as diversas causas que concorreram para a vulgarização da animação está a *publicação de livros e periódicos*. Só para termos uma idéia da influência destas publicações, basta informar que Walt Disney, apesar de ter estudado em escola de arte, se instruiu em animação tendo como consulta alguns dos livros mais conceituados sobre o assunto – *Course in Motion Picture Photography*, de Carl Gregory e *Animated Cartoons: How They Are Made, Their Origin And Development*, de Edwin G. Lutz (Crafton, 1993: 201). O livro de Lutz,

específico de animação, incluía descrição de conceitos artísticos da animação que no começo da década de 1920 já se encontravam padronizados, a exemplo do crossover, ciclo, ação repetida, animação elástica, equalização de volume, etc.

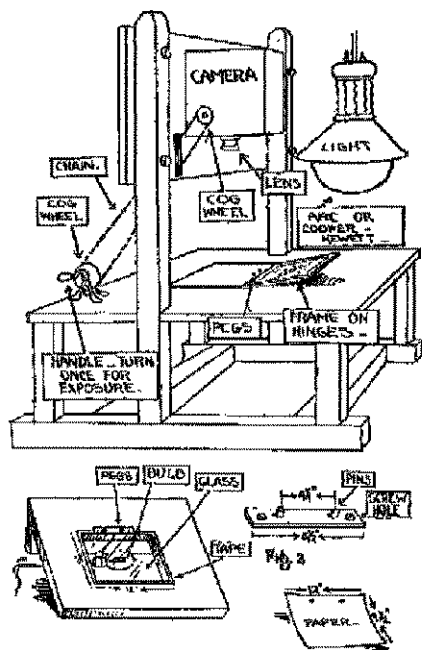


Fig. 36 Ilustração mostrando (em cima) stand para filmagem de desenho animado e (embaixo) prancheta de animação. Do livro de Carl Gregory (1920).

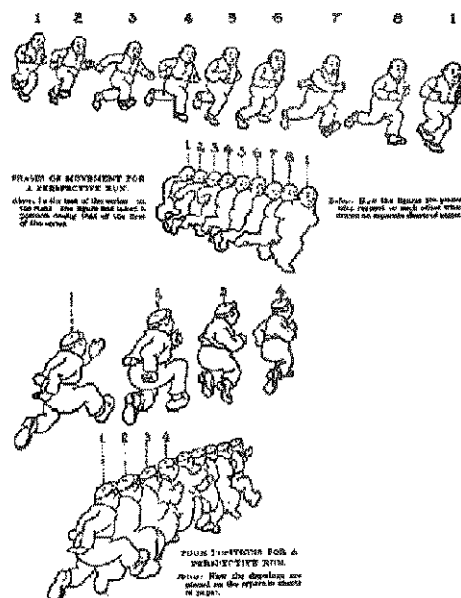


Fig. 37 Diagrama ilustrando o ciclo de corrida em perspectiva. Do livro de Edwin G. Lutz (1920).

Na verdade, até havia contribuições demais, técnicas e estilísticas. Uma situação em parte parecida com a que se começa a verificar atualmente, na qual os processos digitais mesmo tendo muito o que aperfeiçoar, já oferecem um leque satisfatório de possibilidades técnicas à espera de artistas que encontrem uma equivalência estética e cultural. Este é um tipo de desafio que exige uma notável capacidade seletiva em que se deve fazer descartes precisos entre gamas de alternativas a fim de se eliminar coisas supérfluas, exageros, em direção a um maior controle e coerência. Trata-se de consolidar um *sistema de conhecimentos*, sem o qual é impossível o avanço de qualquer ciência – porque a arte também necessita de um conjunto organizado de códigos fundamentais aos quais se referenciar, sob pena de insuficiência comunicativa. Foi este tipo de negligência, em nome de uma suposta liberdade absoluta (!) de expressão, a responsável pela degenerescência da Arte Moderna, a partir de meados deste século, afastando-a do interesse do público.

Em sentido inverso, tivemos justamente numa uniformidade alcançada pela animação na década de 1920 e aperfeiçoada nos anos 30 (tão criticada pelos defensores da tendência “artística” – livre de fórmulas ? – da animação independente), que dotou este cinema de uma linguagem visual própria universalmente assimilável – contribuindo não apenas para sua afirmação como entretenimento rentável, mas também fornecendo um apoio seguro para ousadas (e bem sucedidas) experiências formais.

As séries de personagens se encaixam com perfeição a este momento em que há uma demanda por produções de massa e uma conseqüente necessidade de uniformização da

animação que ajudasse o público na compreensão das histórias. É o público que exige a manutenção de personagens, num processo natural de identificação. E da mesma forma que no cinema de imagem real – com personagens como Carlitos, Tarzan ou cowboys do faroeste – os produtores de animação satisfazem este desejo de se ver o mesmo herói em vários filmes.

É claro que nestas circunstâncias se ativa um poderoso processo de retroalimentação, em que os anseios do público influenciam a arte e vice-versa. Se as séries se tornam a salvação econômica da animação e seu principal canal de comunicação com o público, a instalação dessa operação industrial haveria de afetar a concepção e feitura dos filmes, com resultado direto na caracterização da personalidade das figuras desenhadas. É aqui que uma prática que se institucionalizou como marca registrada dos desenhos animados vai aparecer e se transformar em eficaz instrumento de individualização de personagens: a *repetição de poses, expressões e movimentos* utilizados em todas as aventuras. Aliado a um *número limitado de cenários* usados em todos os episódios, cria as condições visuais básicas para identificação do universo ficcional específico de um personagem. Além, óbvio, da enorme economia em trabalho e tempo.

Entretanto, as transformações oriundas do advento das séries não param por aí. Através delas a animação vai ainda superar a forte tendência inicial de sempre se insistir na participação direta do animador. Ao invés de uma presença literal, o animador saía de cena (embora jamais em definitivo), permitindo aos personagens, enfim, uma independência como aquela que experimentamos com a maioridade. Esta liberdade vai contribuir para a proliferação de uma verdadeira fauna de tipos os mais variados, que acabam servindo de *alter egos* e manifestações ideológicas de seus criadores.

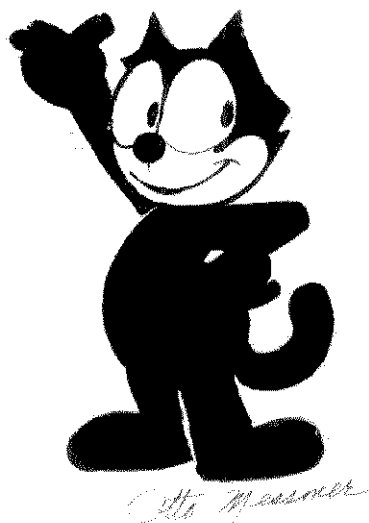
Até pela maneira do desenvolvimento da animação, as primeiras “estrelas” do universo do desenho animado terão formas humanas. Mas os velhos rabugentos, os garotos pestinhas, as famílias neuróticas e tantos outros populares protagonistas, aos poucos foram cedendo espaço para os simpáticos animais de formas antropomórficas.

Como vimos, os animais estiveram presentes desde o início da animação, entretanto em condições subalternas. Esta ascensão dos animais ao estrelato acontece paralelamente à retirada do animador para os bastidores. Era uma opção perfeita para a deflagração de fantasias sem limites, ainda mais tirando proveito de um processo universal de identificação que existe entre nós humanos e o mundo animal. Em sua nova situação – não mais de mágico, mas cronista da alma humana – o animador se sentia à vontade para explorar toda a diversidade de valores sociais lançando mão dos múltiplos recursos expressivos proporcionados por sua arte – divertindo, criticando, emocionando. Objetivos bem distantes de atividades que têm na técnica e na ciência sua razão de ser.

O mais representativo, admirado e influente personagem deste período da animação será o gato Felix. Seu sucesso era tamanho que, segundo Crafton (1993: 317), no mundo do cinema como um todo só perdia em popularidade para Chaplin – mas como este, ultrapassava barreiras de classe social e idade. No seu mundo ambíguo (surrealista mesmo) não daria para imaginar a escolha de outro animal que não um gato – com toda sua carga simbólica há tempos incorporada em nossa cultura – para trafegar com desenvoltura, habilidade e sabedoria suficientes para a superação de tantos (e em tão distintas circunstâncias) desafios.

Mas Felix não foi o primeiro gato dos desenhos animados – nem seria o último. Tampouco reinou solitário nas telas dos anos 20 – lógico que apareceram imitadores para tentar se aproveitar da “onda” de sucesso felino. Dentre todos, chama atenção a similaridade do gato Julius, de Disney, personagem animal principal de sua primeira série *Alice Comedies*. Também o primeiro astro animal de Disney, o coelho Oswald, se baseia em Felix. Até o

símbolo maior do império Disney, Mickey Mouse (que será criado no auge do sucesso de Felix, na Segunda metade da década de 20) foi flagrantemente inspirado nas formas arredondadas preenchidas de preto do famoso gato. Então, por que Felix, entre tantos, se distinguia ? A despeito de diversas respostas que poderiam explicar apenas em parte este fenômeno, não temos dúvida em afirmar que, na verdade, se trata de um caso clássico de conjugação de conhecimentos intuitivos específicos do campo artístico.



**Fig. 38** OTTO MESSMER. Felix.

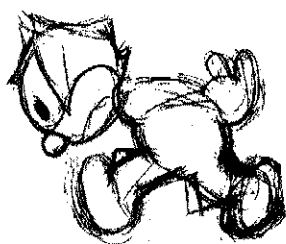
Apesar da influência de estilo de diversos animadores talentosos que passaram pelo estúdio responsável pelos filmes de Felix, aperfeiçoando seu formato, Felix foi o produto da mente privilegiada e modesta do artista Otto Messmer. Não apenas o aspecto plástico, mas o temperamento, as histórias, as tiradas de humor, o ambiente. Felix era o resultado da visão de mundo deste artista num período efervescente da história deste século, logo após o final da I Guerra Mundial. Um romântico numa era de extremos, cuja obra é testemunha da vitalidade e delicadeza de um espírito que jamais se afastou de seus princípios. A coerência do seu personagem, em si, é uma prova. Sendo produto de uma linha de montagem da indústria do entretenimento, teve a sorte de contar com a supervisão de seu criador em todas as etapas do processo de produção ao longo dos anos.

Messmer não só era um artista talentoso, mas experiências artísticas anteriores à Felix foram determinantes para a concepção extremamente bem sucedida de seu personagem. Com certeza a mais importante foi a série em desenho animado baseada no personagem Carlitos, de Chaplin, para a qual Messmer estudou a fundo os filmes deste artista, frame-a-frame. Algumas facetas do comportamento de Felix chegam a ser comparadas aos maneirismos de Carlitos (Canemaker, 1991: 38).

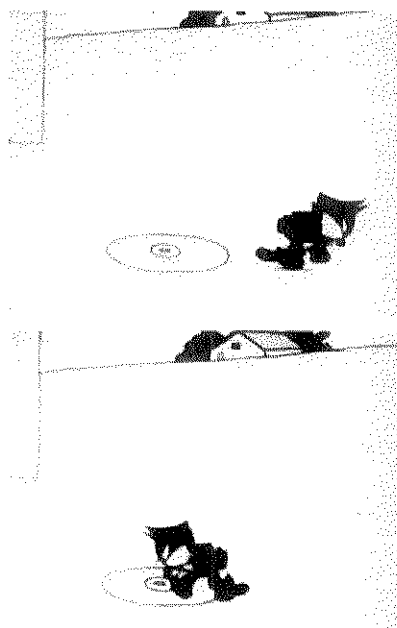
Sua concepção formal não teve nada de aleatório. Foi uma abordagem racional de ordem estética e funcional. Muito embora as tentativas de solução industrial para introdução do som e da cor no cinema estivessem avançando, tecnologicamente continuava restrito à poucas experiências. Por isto, o desenho de Felix tinha de considerar as condições técnicas da mídia em preto e branco, a agilidade necessária ao processo de confecção em série dos filmes, e ao mesmo tempo não descuidar do apelo visual. Bem de acordo com as logo conhecidas teorias psicológicas da Gestalt, naturalmente se optou por formas arredondadas, reconhecidamente atraentes. Formas circulares seriam também mais fáceis e rápidas para desenhar, recobrir e



pintar. Chapar o corpo de preto facilitava a pintura, destacava e dava unidade ao personagem – aliado a forma arredondada, propiciava também melhor harmonia na animação. Esta opção foi particularmente feliz, pois abrandava uma certa dureza nos movimentos do personagem, uma saída radical em busca de gestos e ações que estabelecessem plena identificação e empatia. No cenário predominaria o branco, com desenhos com poucas linhas. Criava-se um contraste com o personagem. Este conjunto visual sintético se mostrou extremamente eficaz na comunicação de imagens em movimento, reforçando a atenção nas seqüências de *gags* inteligentemente bem concebidas. Messmer imaginou um personagem espirituoso. Não se tratava de um simples bonequinho animado; fôra dotado de traços expressivos com movimentos para obter exatamente os efeitos desejados. Para tanto, Messmer aplicou os princípios de encenação explorados pelo teatro e pelo cinema mudo de Charles Chaplin, reconhecidamente eficientes.



**Fig. 39** OTTO MESSMER. Esboço em posição clássica de Felix em que se evidencia a organização circular do desenho.



**Fig. 40** MESSMER e SULLIVAN. Fotogramas de *The Non-Stop Fright* (1927). Felix em seu clássico caminhar pensativo.

Além do mais, o gato se prestava maravilhosamente a metafóricas comparações com o comportamento humano. É um animal admirado e temido; é indiferente e sensual; independente e familiar; perfeito para encarnar as múltiplas facetas da personalidade humana. Daí a riqueza da personalidade de Felix, em contraponto ao conhecido maniqueísmo das criaturas de Disney, que muito em breve tomariam de assalto o mundo da animação. Se Felix era um bichinho fofinho, que dava vontade de pôr nos braços e acariciar, era também o bichano de caninos afiados que nos lembrava seu lado feroz; se aparentava um distinto humano caminhando sobre duas pernas, era também visto animallescamente apoiado sobre quatro patas; era visto em situações elegantes, em ambientes distintos, mas não se furtava a freqüentar o monturo, comer lixo e enfrentar selvagens perseguições de cachorros. Ciente de sua função e responsabilidade, Messmer não hesitava sequer em abordar o erotismo e a sexualidade, sem concessões puritanas. Mas a característica que mais sobressai quando lembramos de Felix é o uso absolutamente surrealista que ele faz das partes do seu corpo – se necessário, aplica o mesmo procedimento até para coisas a princípio intangíveis.

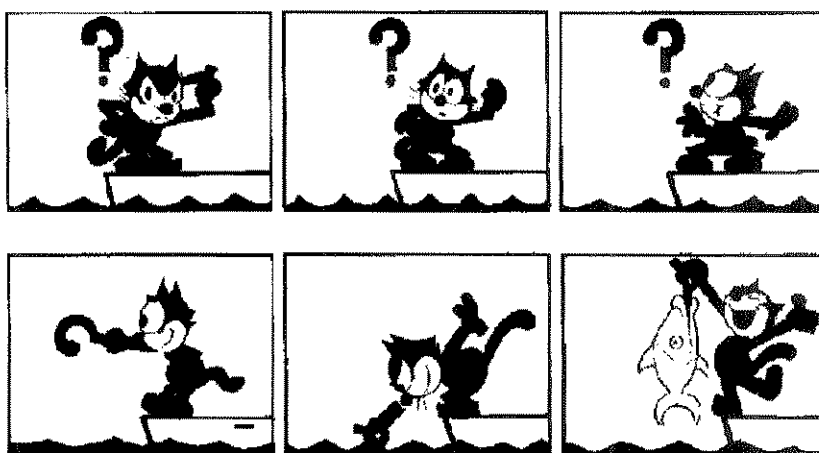


Fig. 41 OTTO MESSMER. Seqüência de desenhos extraída de um “flipbook”.

Felix destaca partes do seu corpo para usar da maneira mais conveniente; se for preciso todo o corpo assume a forma desejada. Felix tem o poder até de manipular formalmente as sensações – basta aproveitar o sinal de interrogação que surge na tela enquanto ele se pergunta por uma determinada solução e pronto: transforma-o numa ferramenta providencial. Com isto ficamos sempre na expectativa de qual maneirismo Felix lançará mão para superar seus problemas. Problemas tão insólitos quanto seus artifícios. Por exemplo, no filme *Pedigree*, de 1927, Felix é barrado num exclusivo clube de gatos sob a alegação de que ali só freqüentam aqueles de “estirpe linear” – o que excluía Felix, com seu evidente perfil chapado de preto. Neste caso ele vai se safar fraudando sua origem de personagem de cartum.

Apesar de seus superpoderes, nem sempre Felix leva a melhor – até porque, como se percebe, as situações são tão inusitadas quanto suas aptidões. Otto Messmer tira proveito disto para dar vazão à experiências formais bem de acordo com as vanguardas modernistas: deformações de perspectivas e toda sorte de estranhamentos como os surrealistas, aplicações de padrões geométricos de acordo com tendências neoplásticas e concretas, exploração dramática de sombras como os expressionistas, etc. Nada gratuitamente. Tudo dentro de uma estrutura narrativa que se apoiava completamente na fantasia. Em que outro mundo Felix poderia existir? Esta simples constatação condicionava toda a criação. Tratava-se, afinal, de um mundo artificial, abstrato, portanto sem limites, estando aí os elementos naturais de sua força expressiva. Felix tinha plena consciência do mundo irracional que habitava; mais que isto, estava perfeitamente adaptado a ele. Demonstrando um enorme poder de imaginação, Messmer (como vários outros artistas e em outros meios) apelava para as lembranças de sua percepção na infância (Crafton, 1993: 338), na capacidade de nos maravilharmos com as coisas quando somos pequenos, para justificar a proliferação de lugares exóticos, inverossímeis. Mas isso não bastava. Era preciso dar forma à imaginação. E aí emergia todo o talento de Messmer na articulação plástica dessas imagens fantásticas traduzidas em alegorias simples mas de poderosos efeitos visuais.



Fig. 42 MESSMER e SULLIVAN. A partir da esquerda, Felix surrealista (*Felix Dines and Pines*, 1927), neoplástico (*Felix Dines and Pines*, 1927) e expressionista (*Sure-Locked Homes*, 1927).

Messmer dá sequência à linhagem de geniais artistas animadores iniciada por Emile Cohl e Winsor McCay, inclusive partilhando do gosto e explorando, inteligentemente, o potencial surrealista da animação. Seu despertar para a animação foi provocado pelos filmes de Winsor McCay, assistidos quando dos lançamentos entre 1911 e 1914, particularmente o espetáculo de variedades em que este artista formidável exibiu *Gertie The Dinosaur* (Canemaker, 1991: 13-14).

De acordo com Solomon (1994: 34), o escritor Aldous Huxley teria dito que Felix oferecia uma lição para os cineastas expressionistas europeus de como evitar a presunção e o humor sem graça que estragava seus trabalhos. Declarações deste tipo, de pessoas oriundas de campos da arte dito “sérios” como a literatura ou a pintura, ainda que raras, de tão intensas demonstravam as qualidades e a amplitude do sucesso da animação através de personagens como Felix. A transcrição do elogio de um outro famoso escritor, Marcel Brion, historiador da arte membro da Academia Francesa, publicado por Solomon (1994: 34), certamente dá uma noção mais precisa da repercussão sem fronteiras do personagem Felix e o conseqüente alcance artístico proporcionado pela animação:

Ele escapulira da realidade dos gatos; havia sido caracterizado com uma extraordinária personalidade. Quando ele está caminhando como um homem preocupado, com sua cabeça enterrada nos ombros, seus braços para trás, ele não cabe em um gato, é irreal num homem.... Nada lhe é mais familiar do que o extraordinário, e quando ele não está envolvido pelo fantástico, ele o cria... é esta sua faculdade criativa que nos prende completamente a Felix. Isto surge de dois estímulos mentais: espanto e curiosidade, as virtudes dos poetas e sábios... Felix constrói um universo usando apenas duas propriedades, ambas originadas nele, signos materiais do estado de sua própria alma: o ponto de exclamação e o ponto de interrogação. Nada mais é necessário para construir um mundo.

A história do gato Felix e esta citação em particular, aponta, explicitamente, onde se encontra a matéria-prima da arte. Nesta esfera a técnica não ousa tomar parte, até porque não teria serventia alguma. Por isso que, mesmo quando adequadamente manejada (e digo isto com o computador em mente), se a técnica não estiver a serviço de um artista, jamais proporcionará a satisfação estética e o gozo intelectual só possível quando se detecta a assinatura visual de um criador com toda a carga de sua ideologia. Esta é a grande diferença entre uma imagem e uma obra de arte.

## 1.6. A Animação Independente e o Fenômeno Disney

Cada vez que adentramos à história da animação, a reflexão final expressa acima é referendada. Não importa qual direção tomarmos — se tratarmos de obras de personagens de sucesso ou filmes experimentais nos quais novas técnicas e grafismos são testados — a arte só se manifesta quando por trás do objeto artístico se encontra um indivíduo motivado com as qualidades e conhecimentos especificamente necessários a este empreendimento. Não poderia ser de outra maneira. Por isto se entende que este sentido de arte advindo com o Renascimento marca uma ruptura com toda a produção visual anterior.

Walt Disney e os animadores independentes vêm ainda comprovar como o desenvolvimento da animação tem sido o resultado quase completo da capacidade de um número limitado de pessoas, que conseguiram a combinação exata de engenhosidade técnica, imaginação e talento artístico.

A despeito de todos os animadores daquele período (entre os anos 20 e 40) fazerem uso de uma tecnologia antiquada comparada ao processo digital atual, paradoxalmente tinham de lidar com um número infinitamente maior de questões técnicas direta ou indiretamente necessárias à produção do filme de animação. Talvez por isso mesmo tinham a noção precisa da subordinação de todas as condicionantes técnicas ao planejamento artístico. Estes indivíduos possuíam grandes qualificações técnicas, mas eram, em essência, artistas — com total conhecimento de arte e todo seu interesse voltado para conquistas neste campo.

Serão estas experiências com novas técnicas e formas gráficas em busca da ampliação do potencial expressivo da animação (além do alívio das tarefas repetitivas) que irão desembocar no uso da computação gráfica com este propósito.

Até por estarem à margem do mercado de consumo da animação, das disputas comerciais entre os grandes estúdios, os animadores independentes — quase sempre subsidiados por órgãos governamentais ou instituições sem fins lucrativos — estarão trabalhando sempre na fronteira com o desconhecido. Um trabalho em geral solitário, pouco produtivo, mas de enorme importância para a animação que dá bem uma idéia do espírito de pesquisa por trás desta arte. As vezes este trabalho abria as portas para a animação comercial.

Os Estados Unidos, completamente dominados pelas séries de personagens em desenhos animados e principalmente pelos filmes de ação ao vivo na esteira do espetacular (e assombroso) desenvolvimento do *star system* hollywoodiano, inicialmente não dão a menor chance para o desenvolvimento de métodos alternativos para a produção de animações. As novidades gráficas aparecem como soluções formais esporádicas e muito específicas na estrutura narrativa das animações comerciais.

Restaria à Europa a oportunidade de explorar o vasto universo técnico e artístico da animação deixado em aberto pelos norteamericanos. Mas se durante a I Guerra Mundial a Europa estava praticamente mobilizada para o esforço bélico, no pós-guerra, com as finanças em baixa e as produtoras de cinema arruinadas, o velho continente continuava sem ter como impedir a avalanche de filmes norteamericanos em suas salas de exibição. Para complicar, a audiência preferia os faroestes, comédias e filmes de romance às fitas européias precariamente produzidas (Crafton, 1993: 218). Boa parte dos bons artistas locais haviam emigrado para os Estados Unidos. Lo Duca, em seu livro *Le Dessin Animé* (de 1948), chega inclusive a afirmar que, em função de tudo isto, acabou por se instalar uma ignorância sobre o que é cinema no continente de Georges Méliès e Emile Cohl (Crafton, 1993: 217).

Neste cenário pouco animador, restou para a produção independente de animação na Europa os poucos recursos destinados a filmes com veiculação de serviços públicos ou subsídios à experiências de vanguarda patrocinadas pelos governos (Starr, 1988: 68), como forma de recuperação sociocultural pós-guerra. Eventualmente algum artista conseguia financiamento de fontes particulares – quando não de investimentos próprios – e assim despontaram realizadores que contribuíram para alargar o universo técnico e artístico da animação.

A *animação tridimensional*, como vimos no início deste capítulo, surgiu e se desenvolveu paralelamente à técnica do desenho animado. Ela não é outra coisa senão o processo básico do *stop action* (parada com substituição da ação) encontrado nos primórdios da animação cinematográfica por trás dos *trickfilms* (filmes de efeito). Durante seu aperfeiçoamento, esta técnica passou a ser empregada na animação dos mais variados objetos e coisas manipuláveis do mundo real (inclusive pessoas), ao ponto de subdividir-se e receber denominações de acordo com a natureza dos materiais ou efeitos proporcionados. Como se percebe, é um campo ilimitado para experiências expressivas, embora se se almeje resultados compensadores no trabalho com qualquer material, faz-se mister o domínio dos segredos inerentes ao material escolhido. Quase sempre isto implica numa devoção eterna a esta escolha.

A *animação de bonecos* é uma das técnicas de animação tridimensional que logo despontou em vista da tradição europeia com marionetes, notadamente na Alemanha e países do Leste Europeu nos quais esta tradição do artesanato popular era mais forte (Halas; Manvell, 1979: 265). Um dos pioneiros e principais mestres desse processo foi o polonês Wladyslaw Starevitch, com produções que datam de 1910. Tirando partido da narrativa de temas folclóricos, Starevitch, extremamente perfeccionista, vai impressionar pelo detalhamento de seus filmes, riqueza das tramas e qualidade da animação. Chama atenção ainda as alegorias, em que os personagens são insetos a parodiar traços da personalidade humana. Neste afastamento do naturalismo é onde reside a força desta forma de animação.

Esta técnica exige trabalho árduo, mas em função de sua sujeição aos determinismos do mundo físico jamais poderia atingir a liberdade plástica das animações desenhadas. Mesmo com o advento da computação gráfica, ainda é utilizada, também, em truques diversos para o cinema de ação ao vivo.

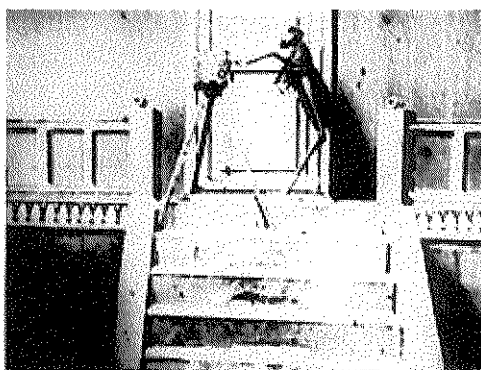


Fig. 43 WLADYSLAW STAREVITCH.  
*The Cameraman's Revenge* (1912).

Uma variação especializadíssima da animação tridimensional é um processo conhecido como *tela de pinos*, que surgiu nos anos 30 pelas mãos do artista plástico e animador russo Alexander Alexeieff (Richard, 1982: 28). Esta técnica consiste basicamente de uma prancha com milhares de pequenos furos através dos quais deslizam o mesmo tanto de pinos de aço.

Sendo os pinos mais compridos que a espessura da prancha, projetam-se além das superfícies anterior e posterior. Quando todos os pinos estão em sua máxima posição de avanço em relação a superfície anterior – perpendiculares à posição da câmara e iluminados obliquamente – esta superfície aparece negra, como resultado da sobreposição das milhares de sombras projetadas pelos pinos. De modo inverso, quando todos os pinos são empurrados para trás e ficam rentes à superfície anterior, as sombras naturalmente deixam de existir e a superfície se apresenta clara. Manipulando-se os pinos para posições intermediárias obtêm-se todas as gamas de cinza. Consegue-se padrões gráficos sofisticados e elegantes figurações. A impressão que temos é de que se trata da animação de gravuras, mas com uma fluidez das nuances de tons que sugere um balé de sombras. O resultado é maravilhoso. Duro é encarar o tédio de sua execução.

Apesar do refinamento visual, esta técnica é limitada tanto em termos plásticos quanto temáticos, prestando-se mais a trabalhos de natureza lírica, tendendo à exploração tonal. É um caso clássico de aplicação específica de uma técnica a um objetivo expressivo extremamente particular, que ficou eternamente associado ao seu criador.

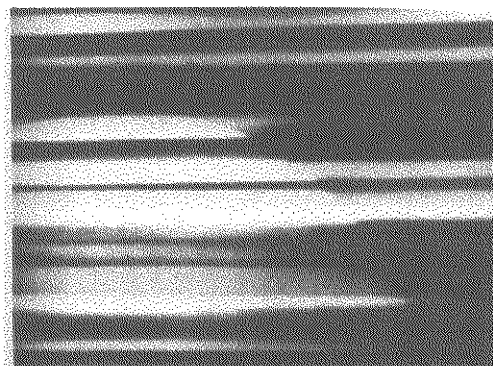


Fig. 44 ALEXANDER ALEXEIEFF e CLAIRE PARKER. *Night on Bald Mountain* (1933).

É este aspecto da animação como um trabalho de expressão individual, realizado por um artista a trabalhar artesanalmente num filme como se estivesse a pintar um quadro, que dá bem a dimensão da animação como Arte. Mesmo com todo o desenvolvimento industrial alcançado por este meio, jamais deixou de existir estes pintores de movimento cujas obras traem sua procedência. Por volta de meados do século XX esta característica da animação será bastante estimulada pela crítica. Jamais conseguirá sucesso popular, mas conquistará os prêmios mais importantes. Pode-se dizer que em boa parte se trata de obras para ser apreciadas por outros artistas, funcionando como laboratório para o desenvolvimento de idéias que podem vir a ser utilizadas pela animação comercial e também pelo cinema de ação ao vivo.

Daí a proximidade destes animadores com as vanguardas artísticas do século XX representada pelas artes plásticas. O inverso também acontecia e pintores ligados a estas vanguardas flertaram com a animação. O filme *Ballet Mécanique*, do pintor cubista Fernand Leger e Dudley Murphy apresenta animação; o dadaísta Hans Richter fez uso de configurações animadas inspiradas por ritmos musicais, e vários membros do movimento surrealista se utilizaram de técnicas de animação para obter efeitos nos seus filmes. No entanto, para que houvesse um avanço artístico da animação era necessário mais do que simples curiosidade. Era preciso dedicação. E vários jovens artistas plásticos optaram pelo desenvolvimento de seus conceitos estéticos no campo da animação, explorando formas visuais pouco ou nada trabalhadas pelo filme comercial. Deu-se então o casamento da arte abstrata com o cinema de animação.

Ainda antes do começo dos anos 20 vão despontar as animações abstratas do artista alemão Walther Ruttmann, que inicialmente trabalhava com litogravura (Richard, 1982: 25). Suas animações exploravam com sutileza as possibilidades expressivas do movimento de formas geométricas. Sucessões rítmicas, desintegrações, formas onduladas que dançam na tela causaram forte impressão. O sucesso da série de animações intitulada *Opus*, que combinava as imagens com marcação musical, vai levá-lo a produzir a notável seqüência animada “Sonho do Falcão” no filme de Fritz Lang *Die Nibelungen*, de 1926. Ruttmann havia desenvolvido uma técnica para a feitura de seus filmes na qual formas plásticas eram montadas em hastes e iluminadas de tal maneira que apenas a parte superior poderia ser vista, procedendo-se à animação frame-a-frame.

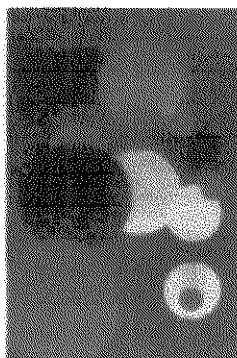


**Fig. 45** WALTER RUTTMAN. *Berlin: Die Sinfonie der Grosstadt* (1927).

Neste período a Alemanha se tornara um celeiro de artistas de vanguarda, sendo o local de maiores oportunidades para esta linha alternativa de trabalho (Crafton, 1993: 231). De lá surge o mais importante animador independente dos anos 30, Oscar Fischinger, que dará seqüência ao trabalho do seu amigo Ruttmann. Fischinger não apenas expandiu o universo estético da animação abstrata; ele contribuiu ainda com uma série de dispositivos e engenhosas inovações técnicas que permitiam as mais variadas aplicações, como o método para *criação sintética de som no filme* (Russett; Starr, 1988: 53-163). Numa equivalência ao automatismo surrealista, ele confeccionou uma engenhoca que efetuava cortes automáticos de fatias extremamente finas de blocos de cera especialmente preparados, revelando formas inusitadas de espirais e estrias multicoloridas. Depois de fotografadas frame-a-frame, estas imagens apresentavam formidáveis padrões aleatórios de abstrações em movimento ao serem projetadas. Estas configurações abstratas móveis adaptadas à música atingiram requintes de expressão. A este respeito Hans Richter declarou: “Seus filmes são únicos por causa da sólida unidade entre som e imagem” (Richard, 1982: 25). Fez experimentações com cera líquida, silhuetas e carvão.



**Fig. 46** OSCAR FISCHINGER. *Allegretto* (1936) acima, e *An Optical Poem* (1937).



Outra técnica de animação pouco explorada e utilizada por Fischinger para obtenção de movimentos rítmicos e efeitos cromáticos foi o *método direto* sobre a película, que terá em Norman McLaren seu mais conhecido divulgador. Aliás, Fischinger será o animador que mais influenciará Norman McLaren, e irá colaborar com Walt Disney no famoso longa metragem *Fantasia* (1940) na admirada sequência com acompanhamento da música de Bach (Russett; Starr, 1988: 58). Fischinger será contratado por produtores alemães (a gigante companhia UFA) para dirigir efeitos especiais em filmes de ação ao vivo, sendo sua mais apreciada contribuição nesta especialidade as cenas do filme *Die Frau Im Mond*, de Fritz Lang, em 1929 (Crafton, 1993: 234-235).

A técnica da *animação de silhuetas* é mais outro processo desenvolvido na Alemanha. Apesar de ter sido utilizada por artistas de países orientais, ficou completamente associada a artista alemã Lotte Reiniger, que devotou toda sua vida a esta forma de animação (Russett; Starr, 1988: 75-77).

De fato, esta técnica remonta às populares sombras chinesas que chegou ao ocidente na altura do século XVIII. As figuras, recortadas em cartolina preta, são dispostas sobre uma prancha de vidro e iluminadas por trás, proporcionando bonitos efeitos atmosféricos. As figuras bidimensionais são articuladas, os vidros podem ser pintados e adicionados em camada, as luzes variam de cor – tudo isto aumenta as possibilidades expressivas e ajuda a evitar o risco de tédio que estas formas mais limitadas de animação propiciam quando se trata de filmes de maior duração. Paradoxalmente, vai ser através desta técnica que Lotte Reiniger vai realizar o primeiro longametrage<sup>1</sup> da história do cinema de animação, o “tour de force” *Die Abenteuer des Prinzen Achmed*, que consumiu quatro anos de trabalho e foi lançado em 1926 (Crafton, 1993: 245). O lugar, a época e a técnica empregada nestas produções de Lotte Reiniger favoreceram enormemente a estética expressionista observável em seus filmes, reforçada por um design sombrio e atmosfera enevoada.



Fig. 47 LOTTE REINIGER. Fotogramas de *Die Abenteuer des Prinzen Achmed* (1926).

<sup>1</sup> Solomon (1994: 62) registra o filme *El Apostol*, de Quirino Cristiani (Argentina, 1917), como o primeiro longametrage. O próprio Solomon acha improvável que artistas influentes tenham sequer visto este filme. Nenhum animador por nós consultado menciona este trabalho. Além de Solomon, encontramos uma referência a este episódio na revista *Animafilm* (1983: 3-4) comunicado pelo próprio Cristiani.



Uma técnica próxima do filme de silhuetas e utilizada desde cedo é a técnica da *animação de recortes*. A diferença fundamental está no uso da iluminação frontal na animação de recortes – que neste caso pode utilizar-se de papéis coloridos. Mas não exclui a iluminação traseira.

Na qualidade plana destas duas técnicas – a princípio limitantes – se encontram suas virtudes. E os animadores independentes perceberam e tiraram partido disto.

Se desejarmos verificar o quão complicado e trabalhoso é o processo de animação utilizando os métodos tradicionais (em comparação com os atuais processos digitais – inicialmente considerados um transtorno para qualquer um que desejasse produzir arte), bastaria verificar o esforço físico e intelectual do pintor, escultor e animador britânico Len Lye apenas para conseguir efeitos expressivos no uso da cor. Este artista foi também um dos importantes pioneiros da animação abstrata, tendo demonstrado todo o potencial da técnica da *animação direta* sobre a película, notadamente quanto aos efeitos cromáticos (Russett; Starr, 1988: 65).

Nos anos 30 alguns sistemas de cor para o cinema já permitiam o uso industrial do filme colorido. Superada, como sempre, a fase puramente tecnológica, os artistas assumem as pesquisas expressivas também testando soluções técnicas específicas para exploração plástica. As empresas cujos negócios têm aplicações na arte tendem a associar-se a artistas para viabilizar um desenvolvimento mais voltado para este campo (com a computação gráfica não vai ser diferente).

A Technicolor Ltd. ofereceu para o mercado de filmes um dos sistemas de cor mais bem sucedidos da história do cinema. Na década de 1930 Len Lye trabalhou nos estúdios da Technicolor. Reproduzimos a seguir a citação de Bernard Happay, da Technicolor, a respeito do trabalho de sua firma em colaboração com Len Lye, que resultou em filmes como *Rainbow Dance* (lançado em 1936), transcrito do livro de Halas e Manvell (1979: 90-91):

O material utilizado nesse estudo era uma série de imagens separadas em preto-e-branco, algumas das quais derivadas de fotografias originais em preto-e-branco de cenas de ação real, e outras obtidas mediante a reprodução fotográfica de certas configurações desenhadas ou estampadas a estêncil por Len Lye diretamente em pedaços de filme.

Todo esse material foi reunido em rolos de igual comprimento. O material derivado de fotografias ao vivo era, às vezes, negativo, e outras vezes, positivo. Não havia negativos de separação de cor no sentido usual do termo, e a imagem colorida resultante era produzida de modo inteiramente “sintético” pela impressão diferencial das três matrizes utilizadas para transferir os pigmentos Y, C e M.

Cada matriz era impressa mediante um sistema de impressão múltipla, a partir de rolos selecionados de material em preto-e-branco, ajustando-se a intensidade da luz no aparelho, de uma cena para outra, durante todo o rolo, a fim de obterem-se variações de cor. Às vezes, dois negativos eram utilizados simultaneamente quando se imprimia a matriz, de sorte que um deles – um título, por exemplo – produzia uma superfície mate, reservando a área do título contra o fundo adequado. Ao imprimir-se uma das outras matrizes, utilizava-se um mate complementar para obter-se o colorido das letras do título, dependendo a cor da impressão relativa das três matrizes.

O mesmo tipo de efeito foi obtido na impressão de matrizes a partir de derivados fotográficos de cenas de ação real, sob forma de negativo ou positivo, de sorte que, em algumas cenas, o efeito obtido era o de uma imagem positiva fortemente colorida – digamos, um vermelho pardo que se combinava

com uma imagem negativa correspondente num forte tom de verde. Uma ou outra dessas imagens podiam ser combinadas também com uma configuração móvel de linhas, pontos ou títulos.

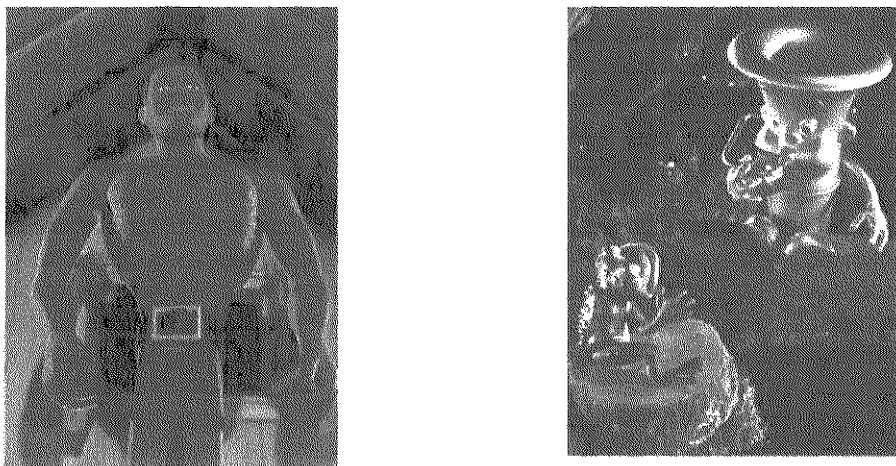
Toda a operação era muito complexa, e envolvia grande número de impressões separadas nas mesmas três faixas matrizes; mas o resultado foi sem dúvida de alta qualidade. O efeito rítmico das imagens e mudanças de cor causava tremendo impacto sobre o espectador – um tributo a espantosa capacidade de Len Lye de visualizar, a tal nível de detalhe, os efeitos que podiam ser obtidos pela utilização desses complexos processos de impressão.



Fig. 48 LEN LYE. *Rainbow Dance* (1936).

A partir dos anos 30, também nos Estados Unidos começa a aparecer destacados animadores a explorar e ampliar o uso expressivo de técnicas pouco utilizadas. É o caso da artista Mary Ellen Bute, que vai experimentar as possibilidades de diversos recursos, indo da animação de recortes até a animação de objetos, utilizando a técnica de animação tridimensional conhecida como *pixillation* (mas em termos de inovação técnica sua grande contribuição será o emprego pioneiro – juntamente com Norman McLaren – da eletrônica como instrumento de desenho na animação, tópico que abordaremos no item 1.7.). Outro americano de destaque naquele período como experimentador de técnicas em busca de ampliar o espectro plástico da animação foi o pintor Douglass Crockwell. Um de seus procedimentos consistia em utilizar camadas de vidro móveis levemente separadas, sobre as quais pintava, com tintas plásticas, imagens que se complementavam (às vezes adicionando, às vezes removendo ao longo do tempo), produzindo formas fragmentárias (Russett; Starr, 1988: 106). Em direção a pesquisas estéticas e ainda vislumbrando um automatismo da animação, fez uso de processo semelhante ao de Oscar Fischinger, fatiando blocos de cera coloridos, sistema que permitia fluidas animações abstratas.

Também trabalhando com animação tridimensional, o húngaro George Pal vai dar provas do seu talento em terras norteamericanas ao ponto de mudar o enraizado conceito de animação neste país. Nos Estados Unidos, até os anos 40, animação era sinônimo de *desenho animado* (Solomon, 1994: 173). George Pal vai explorar a animação de bonecos com plena consciência de que cinema é, antes de tudo, entretenimento. Aliado a cativantes marionetes, invenção de novas técnicas dentro da animação de bonecos (*sistema de substituição* ao invés do mais comum *método de ajuste*) e tratamento temático (será um dos primeiros em Hollywood a tratar o negro com dignidade, sem estereótipo), vai demonstrar primorosamente como qualquer técnica em si, para a arte, de nada adianta sem imaginação e talento.



**Fig. 49** GEORGE PAL. *John Henry and Inky Poo* (1946) e *Tubby the Tuba* (1947).

Esta noção do que é cinema é decisiva. A maior parte dos filmes de animadores independentes foram prejudicados por desconsiderarem a natureza desta mídia. Os filmes eram tratados como se fossem pinturas em movimento. Acabaram monótonos, desinteressantes – nem era pintura nem filme.

Está mais do que provado que este formato de mídia é principalmente isto, um poderoso veículo de divertimento. Em seguida (talvez até no mesmo plano) viria a narrativa, o potencial para contar história. Por fim temos a possibilidade de exploração estética. Na pintura, estática, esta ordem é invertida. A animação, por poder lidar com os elementos de sintaxe plástica da mesma forma que a pintura, amplia o potencial estético do cinema, mas jamais chega a sobrepujar em importância a característica relacionada ao entretenimento e narração. Isto ocorre graças ao movimento cinético observável típico desta mídia, há muito tempo reconhecido como o mais estimulante pela pesquisa científica (Vernon, 1974: 115), deste modo não favorecendo a permanência e concentração necessárias para a assimilação estética visual. Halas e Manvell oferecem uma explicação perfeita para a correta abordagem da arte cinematográfica (1979: 26):

Na animação através do filme, cada desenho perde a sua independência como imagem separada e torna-se tributário do caudal principal de uma imagem em contínuo movimento. Só esta imagem móvel interessa. O fato de determinado desenho, representando o movimento contido numa fração de segundo, ter qualidades artísticas quando isolado da série a que pertence, é tão secundário para a sua finalidade principal quanto o é a beleza de uma fotografia extraída de um dos fotogramas de um filme. A fotografia é apenas um lembrete útil daquilo que se movimenta pictoriamente no filme – uma cena momentaneamente suspensa.

Na animação, cada desenho sucessivo é parte de uma sequência pictórica, um movimento que tem um começo e um fim e que é elemento essencial da sua forma artística.

Este entendimento é fundamental se se deseja ser bem sucedido no trabalho artístico com imagem em movimento. E é esta prioridade do movimento como a essência do filme que explica a fama do pintor e animador britânico Norman McLaren, cuja obra não perde a força expressiva frente a trabalhos de animação abstrata produzidos hoje com a facilidade

proporcionada pelo computador. McLaren, que estudou na Escola de Arte de Glasgow, na Escócia, e já na década de 30 iniciara suas experimentações estéticas explorando técnicas alternativas de animação, encontrará no recém criado National Film Board do governo canadense, no início dos anos 40, as condições propícias para deflagrar com êxito suas investigações técnicas e artísticas. McLaren encarna, à perfeição, o protótipo do artista/cientista numa busca intensa e apaixonada para saciar sua curiosidade técnica a serviço da expansão dos limites artísticos da ação animada. Sua irretocável (e mais adequada do que nunca) definição de animação, não deixa dúvida: “Animação não é a arte do desenho que se move, ao invés disso, é a arte do movimento que é desenhado. O que acontece *entre* cada frame é mais importante do que acontece *em* cada frame” (Solomon, 1987: 11).

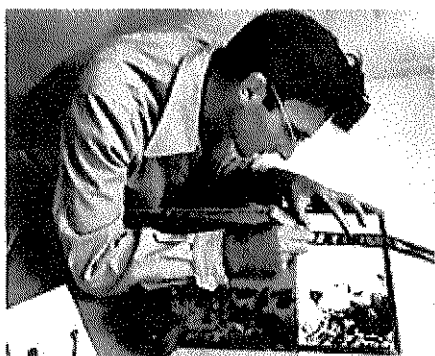


Fig. 50 Norman McLaren trabalhando direto na película em *Begone Dull Care*.

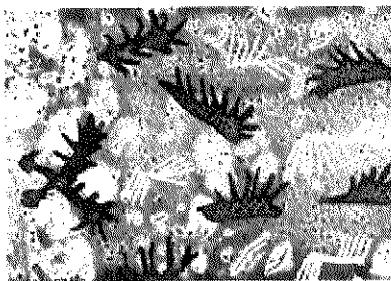
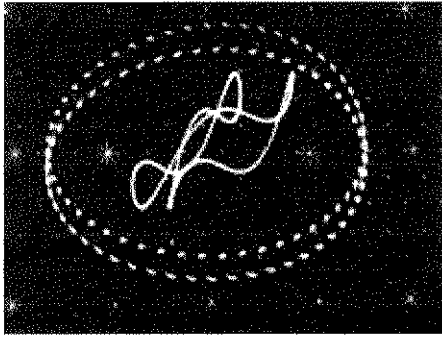
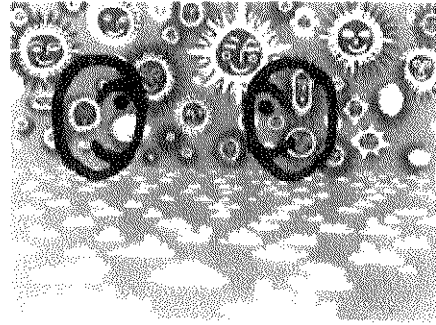


Fig. 51 NORMAN McLAREN. Fotogramas de *Begone Dull Care* (1949), filme resultante de diversas técnicas de desenho e pintura aplicadas através do método direto na película.

Enfocando o movimento como objetivo expressivo por excelência, McLaren praticamente passa em revista – com incrível genialidade – a todas as técnicas de animação conhecidas, além de contribuir com inovações como as técnicas de *animação estereoscópica* e *pintura-no-tempo* (Richard, 1982: 14). Tinha certa predileção pelo *método direto* na película, popularizado por ele. Este método é uma adaptação para o filme cinematográfico do processo antigo de se desenhar diretamente no suporte transparente utilizado para projeção, como fez Athanasius Kircher com a Lanterna Mágica ou Emile Reynaud com o praxinoscope. As imagens e o movimento assim obtidos são dotados de uma fluência e continuidade impossível por outros métodos. Mas esse contato direto com o minúsculo suporte do filme de 35 mm sacrificava a possibilidade de desenhar cenas complexas. A solução era explorar a máxima simplicidade visual, cuja “personalidade” das formas era expressa *inteiramente* pelo movimento (Halas; Manvell, 1979: 303). A maior parte dos filmes de Norman McLaren é preto e branco justamente para que a cor não interferisse na primazia do movimento. Em outros o movimento se define a partir do uso da cor. A *luz* é outro importante elemento utilizado de modo muito original para enfatizar o movimento.



**Fig. 52** NORMAN McLAREN. *Around is Around* (1951). Filme estereoscópico com imagens produzidas através do oscilógrafo (CRT).

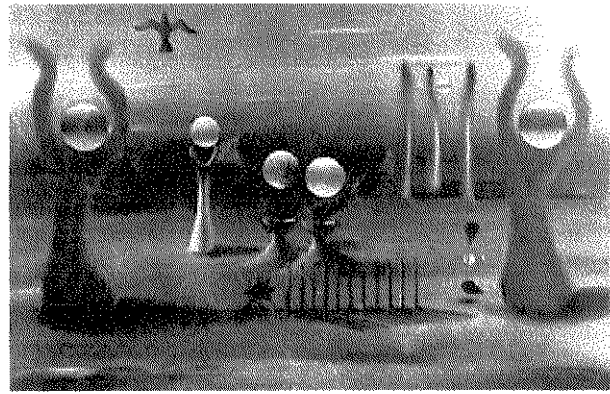


**Fig. 53** NORMAN McLAREN. *Now is The Time* (1951). Filme estereoscópico com imagens parcialmente produzidas pelo método direto.

*Pixillation* foi como Norman McLaren chamou a técnica do stop-motion utilizada por Georges Méliès. McLaren incorporou variações que enriqueceram o processo, como a alteração da velocidade da câmara, a ação em estacato, podendo manipular o tempo à vontade e com isto criar distorções do comportamento de atores e coisas do mundo real.



**Fig. 54** Norman McLaren filmando *Two Bagatelles* através do método *pixillation* (1952).



**Fig. 55** NORMAN McLAREN. *A Phantasy* (1952). Combinação dos métodos de *pintura no tempo*, *recortes* e *objetos (3D)*.

A *pintura-no-tempo* é resultado da fotografia frame-a-frame das sucessivas mudanças num desenho ou pintura. E como o próprio McLaren esclarece, “a ênfase recai sobre a feitura da obra; no processo da pintura ao invés do produto final” (Richard, 1982: 34). Picasso utilizou esta técnica de animação no filme *Le Mystère Picasso*, produzido em colaboração com H.G. Clouzot, pintando numa tela translúcida (Halas; Manvell, 1979: 291).

Na ânsia pelo controle do tempo e do movimento, McLaren também decidiu-se por desenhar o som. A *animação sintética do som* foi uma técnica especialmente desenvolvida para uma criação original de trilhas sonoras em perfeita sincronia com o movimento e características visuais dos desenhos (Richard, 1982: 39). A técnica consiste em desenhar música e efeitos sonoros com estilete, caneta e tinta diretamente na banda óptica do filme. Era uma maneira de se obter sons inexistentes, aproximando-se do conceito da imagem animada, na qual a ilusão do movimento é criada, ao invés de gravada (como no filme de ação real ou a captura digital de movimento).

Norman McLaren foi ainda o precursor dos filmes em três dimensões no início dos anos 50 (Budner, 1987: 63). *Around is Around* foi o primeiro filme da história do cinema a apresentar efeitos 3D (Richard, 1982: 73). Para tanto McLaren inventou a técnica do *filme estereoscópico*. McLaren achava a estereoscopia extremamente cinética (Richard, 1982: 39), sendo uma forma sensorial nova para se perceber o movimento de imagens artísticas.

As imagens dos dois filmes nos quais se utilizou esta técnica foram produzidas pelo *método direto* e pelo *oscilógrafo de tubo de raios catódicos (CRT)*, para gerar padrões gráficos baseados em impulsos elétricos. Os desenhos (bidimensionais) eram fotografados frame-a-frame, e para a obtenção do efeito 3D se utilizava uma *truca* na qual dois projetores exibiam frames alternados. Na acuidade da gravação destas imagens duplamente expostas estava o sucesso do processo.

Se as imagens iriam dar a impressão de saírem da tela e flutuarem pelo espaço real do teatro, o som deveria acompanhá-las. O resultado foi a criação do *sistema estereoscópico de som*, permitindo que o som “viajasse” com as imagens no recinto de projeção. Apesar do impacto proporcionado por estas imagens (Budner, 1987: 63), logo o público perdeu o interesse por filmes de efeito 3D, o que forçou McLaren a cessar por aí a exploração deste aspecto do filme (Richard, 1982: 39).

Por volta de 1953 existia uma loucura em torno do filme 3D (Solomon, 1994: 162). Grandes estúdios, como Warner, imaginavam que toda a indústria do cinema iria mudar para este sistema – e investiram nesta tecnologia. Mas tão rápido como apareceu, a moda do 3D sucumbiu.

Estes fatos envolvendo um processo técnico com notório potencial para exploração artística (que agora retorna através da informática embutindo a possibilidade de interação), que de repente passa da condição de “suprema vanguarda” para a mais vulgar popularidade e mesmo extrema desconsideração – desprezado por não mais exercer nenhuma atração em vista do esgotamento da novidade tecnológica – demonstram, definitivamente, como o aspecto técnico envolvido na arte não tem vocação (ou não é digno) para assumir responsabilidades conceituais que venham a orientar a criação artística. Aliás, a própria Arte, já pelo começo do século XX, deu a melhor resposta para esta pretensão através do revertério ultra-sarcástico representado pelos *ready made* de Marcel Duchamp ou as configurações de engrenagens inúteis de Max Ernst – como todos sabemos, deflagradores de tendências que marcaram a cultura deste século.

Não há dúvida de que o efeito 3D se trata de uma conquista tecnológica que, como outras, não tiveram sua aplicação inicialmente voltada para o que realmente constituísse um benefício. Daí seu fracasso. Outro fator que contribui para isto está na própria inconsistência da tecnologia.

No caso da arte, acontecimentos desta natureza exacerbam a importância superior daquilo que nossa cultura, em milhares de anos de evolução, nos legou e encerra todo o sentido da comunicação artística visual: a *linguagem da arte*, através de seus elementos plásticos e sua sintaxe. Se daí partirmos para meios específicos, como o cinema, particularidades desta mídia devem ser consideradas, como a narrativa no tempo, com o espectador conscientemente passivo para apreensão da obra sem interferências. Ou seja, não existe muito sentido para uso do efeito 3D nesta forma de arte. E o público logo percebeu.

Quando, porém, enveredamos para aplicações de imagens cuja participação dinâmica do observador é requerida, não há dúvida que o 3D encontra sua razão de ser. Quando a informática pôde oferecer este acesso interativo ao universo 3D, se criava a condição que faltava para dar sentido a esta tecnologia – e os jogos de computador, hoje um dos maiores

mercados da indústria de animação, ainda vai explodir como entretenimento. Naturalmente esta tecnologia vai se aperfeiçoar e os animadores tirarão ainda mais partido de seus recursos ao poder lidar sem limites tecnológicos com os elementos de sintaxe visual e os princípios de animação, chegando a uma definição conceitual eficiente desta mídia (que reserva possibilidades de entretenimento e educação fantásticas).

É esta percepção do potencial e do sentido de uma mídia que fará de Walt Disney um fenômeno no universo da animação. Sua extraordinária sensibilidade artística e a noção precisa de cinema enquanto arte associada a exploração como entretenimento, contribuíram para que ele e seus artistas estabelecessem nada menos que os *conceitos fundamentais* da arte da animação. Acrescente-se sua enorme capacidade empresarial, decisiva para viabilizar produtos que se destinam ao consumo de massa, e temos esta poderosa personalidade tão admirada quanto odiada.

Não é nenhum exagero afirmar que o século XX não teria as feições culturais que o caracterizam sem a influência do imaginário do mundo de fantasia criado a partir dos desenhos animados de Walt Disney. E este sucesso se deve, inicialmente, ao enfrentamento dos problemas então existentes para a formulação de uma linguagem que verdadeiramente dotasse a animação de características artísticas próprias – a correta equação envolvendo imagem desenhada e seu movimento no espaço/tempo. A mais pura conquista da arte sobre a tecnologia que lhe permitia existir. Em outras palavras, ao sujeito que possuía o lápis (a tecnologia) foi-lhe oferecido um alfabeto (a arte) para que ele pudesse se expressar.

Claro que Disney não partiu do nada. Mas isto não lhe tira o mérito, pois soube proceder às escolhas indispensáveis, introduzir adaptações e acrescentar novos princípios para compor o repertório básico. Sem levar em conta estes conhecimentos, nem que seja para os negar, não é possível obter uma animação de qualidade, quer seja pelo método tradicional ou fazendo uso do computador. Disney e seus artistas estabeleceram um paradigma, e como em outros momentos clássicos da arte, se tornou uma referência.

Olhando para trás, é impressionante que este avanço formidável propiciado pelo estúdio de Disney tenha se verificado no período de apenas uma década (1928 a 1937). Se estendermos mais quatro anos, o que nos levaria ao começo dos anos 40, completamos aquela que é considerada a fase de ouro da animação, sob a regência de Walt Disney. Neste curto espaço de tempo à animação é proporcionada os melhoramentos que a colocaram em condições de almejar o reconhecimento desfrutado pelos filmes de ação ao vivo.

Muito já se escreveu sobre Walt Disney (para o bem ou para o mal). E por aí já daria para medir sua importância. Segundo Solomon (1994: 56), Disney e Chaplin são as duas pessoas sobre quem mais se escreveu na história do cinema. Se então perguntarmos o por que, o que tinha Walt Disney que o fez tão diferente e capaz de engendrar tamanha revolução no universo da animação, certamente desembocaremos em aspectos extra-artísticos bastante subjetivos – como formação, meio ambiente na infância e adolescência, personalidade – o que nos dá uma pista para diferenciarmos a atuação na arte e na ciência. Pois apesar desta última também lançar mão da imaginação (catalisador fundamental para qualquer atividade criativa), na ciência o pensamento tende à convergência, à eliminação das possibilidades. Na arte ocorre o contrário. A divergência é sua riqueza. Isto implica em condições ótimas para a criatividade, para a emergência da inspiração – que tem justamente em fatores externos à arte a matéria-prima por excelência para o exercício da imaginação sem limites. Sabe-se que a vida de



menino de fazenda teve uma influência decisiva na visão artística de Disney (Solomon, 1994: 37).

Disney estudou em escola de arte e conhecia os rudimentos técnicos e artísticos da animação já bastante difundidos pelo começo dos anos 20. Apesar de desenhar razoavelmente, logo percebeu que outros artistas faziam isto melhor que ele. Concentrou-se no trabalho de direção, com o controle de todo o processo de produção. Havia um reconhecimento geral de que o grande talento de Disney estava na comunicação (Thomas; Johnston, 1995: 23-25). Tinha um senso estético apurado, um completo entendimento de estrutura da trama, narrativa, tempo. Mesmo estando aberto e não apenas permitindo mas estimulando a contribuição de seus artistas, era a visão de Disney que prevalecia (Solomon, 1994: 43). E no seu ponto de vista a animação tinha de ser entendida como a arte do entretenimento por excelência. “Estou interessado em divertir as pessoas, em dar prazer, particularmente fazê-las sorrir, ao invés de estar preocupado em ‘expressar-me’ através de obscuras impressões criativas” (citado por Thomas; Johnston, 1995: 23). A julgar pela resposta do público, Disney estava absolutamente certo.

Para atingir seu objetivo, Disney percebia que a animação nos moldes como vinha sendo feita não teria futuro. Mesmo o personagem mais famoso daquele período, o gato Felix, tenderia ao esgotamento de suas estratégias de comunicação (sua personalidade, apesar de elaborada, se estruturava em cima de piadas visuais externas à essência da animação – o movimento). As figuras se moviam pouco, e de maneira geral o movimento era pobre. Os animadores dos anos 20 pareciam ter esquecido completamente dos filmes maravilhosamente animados de Winsor McCay. E se já não tinham o talento de McCay, some-se as condições precárias de trabalho, as produções apressadas para atender ao mercado, o uso de poucos recursos gráficos, o desconhecimento da linguagem visual e de recursos de representação. Esta era a situação da animação quando da chegada de Disney. Em síntese, faltava *vida* – ação, movimentos convincentes; ou seja, faltava *animação* mesmo. Em uma expressão que ficou famosa, Disney almejava atingir, com a animação, a “ilusão da vida” (Thomas; Johnston, 1995: 25). Para ele o personagem de animação tinha de atuar, de representar convincentemente; parecer que pensa, respira; nos convencer de que é portador de um espírito. E para envolver completamente a audiência este personagem tinha, por fim, de estar inserido em uma estória.

Os primeiros estúdios de animação faziam seus filmes em cima de piadas (gags) cujas seqüências eram praticamente de situações para levar de uma piada a outra. À estória, em si, não era dedicada maiores atenções para que através dela se capturasse o interesse do espectador.

Pois bem. Note-se os problemas percebidos: movimentos convincentes (uma verdadeira atuação teatral) a partir dos quais emergiria a verdadeira personalidade do personagem de animação, inserido numa trama com continuidade (uma estória) na qual o humor seria válido desde que aparecesse naturalmente, integrado ao espírito da narrativa. Nada de piada pela piada. Aí temos problemas definidos por um artista. São, afinal, questões do campo artístico. E como iremos ver, para que viessem a ser superadas haveria de se lançar mão de recursos técnicos intimamente relacionados à reflexões artísticas específicas e/ou procedimentos de elaboração visual que envolve habilidade na obtenção e tratamento de formas plásticas – que tem sua parcela de técnica, mas cujo diferencial está na capacidade individual do artista de sentir o problema e propor uma solução que, se depois parecerá óbvia, objetiva (alguns diriam, “não poderia ter sido de outro jeito”), é pura subjetividade; o resultado das trombadas caóticas dos elementos da inspiração em nosso subconsciente.



Se Disney sabia o que fazer para produzir os melhores desenhos animados jamais vistos, faltava saber como fazer. Intuitivamente foi tomando as primeiras providências. Começou por estabelecer uma atmosfera de descoberta no estúdio. Os artistas foram instalados numa ampla sala para partilhar problemas e soluções. Se alguém fazia um desenho que Disney gostasse, ele chamava todos para mostrar e discutir (Thomas; Johnston, 1995: 31). Frequentemente, à noite, ele remexia nos cestos de lixo do estúdio, por vezes retirando desenhos jogados fora e prendendo-os num quadro com uma nota de repreensão para o artista que desprezou o que era um bom material (Solomon, 1994: 56).

Esta estratégia foi decisiva, pois muito do entrave do desenvolvimento da animação estava na mesquinhez de pequenos artistas em guardar segredo de seus processos. Aliás, enquanto durou a longa fase do cinema de animação em película, era o impedimento de uma soma de questões técnicas que limitavam a expansão da animação e cujos animadores dificultavam o acesso por temerem a concorrência. A tecnologia digital significou um baque para estes artistas medíocres, ao liquidar com dezenas de barreiras técnicas e a necessidade da dependência de laboratório de revelação e firmas de trucagens distantes e caras para a maioria.

O primeiro artifício introduzido por Disney para alcançar uma melhora na mecânica do movimento será o acréscimo de uma *barra de pinos* na base da prancheta de luz (Thomas; Johnston, 1995: 31). Os artistas reclamaram do inconveniente – os pinos embaixo implicavam em desconforto para o apoio da mão e do pulso – mas agüentaram. Simplesmente porque se percebeu o aparecimento de desenhos com movimentos mais fluidos, espontâneos e expressivos. O motivo é que, com as folhas presas na parte de baixo, mais folhas podiam ser manuseadas em rápidos movimentos de “rolagem”, assegurando ao animador uma checagem instantânea da ilusão do movimento pretendido. Em questão de segundos se percebia as falhas e rapidamente se processavam os ajustes. Tão importante se tornou esta possibilidade de controle que os artistas se dedicaram a aperfeiçoar a capacidade de rolar o maior número de folhas com uma mão (Thomas; Johnston, 1995: 32). Este procedimento se disseminou de tal maneira que se transformou numa marca registrada dos animadores desde então.



Fig. 56 Walt Disney Studio. Com a *barra de pinos* embaixo se podia “rolar” mais folhas de uma vez.

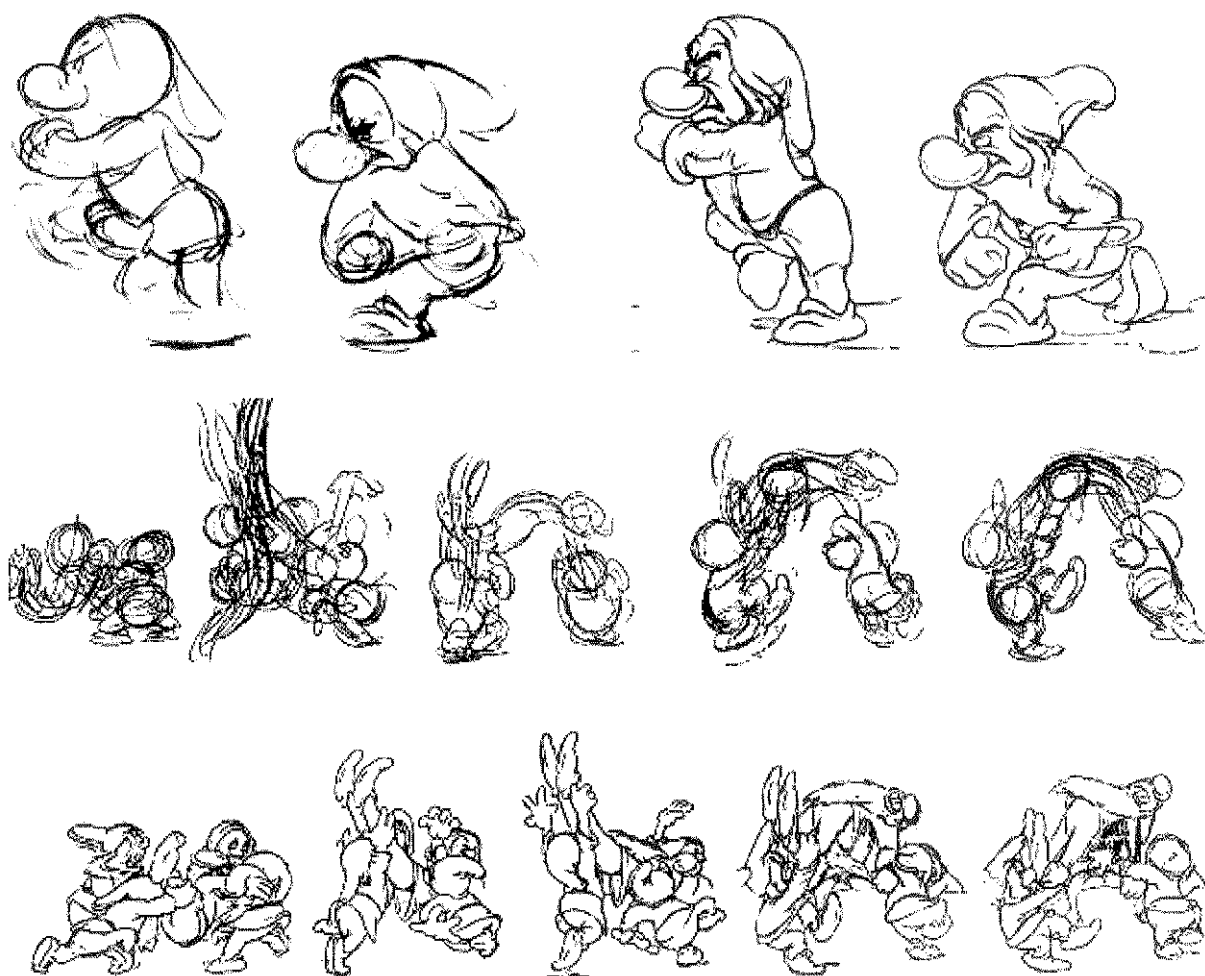
Indo além na sua intenção de obter ações convincentes, Disney introduz duas novidades que demonstram toda sua capacidade de percepção dos mecanismos envolvidos na comunicação da imagem em movimento. Após o animador completar a animação de uma sequência com desenhos apenas esboçados, estes eram fotografados com filme preto e branco barato e então projetados ou exibidos em moviola para estudo. Surgia o *pencil test* (Solomon, 1994: 56). Desta forma, logo cedo se consertavam os erros que passavam pelo exame de rolagem de folhas na prancheta de desenho, só possíveis de perceber na projeção de toda uma sequência. O *pencil test* vai ser simulado pelos sistemas de animação digital, nos quais funciona como “preview”.

Disney também percebeu que o gesto, a espontaneidade dos esboços (que revelavam o estilo livre dos artistas, sua vitalidade e imaginação), era perdida quando os animadores se

preocupavam com o acabamento das figuras, com o acréscimo de detalhes. Disney, então, contratou *assistentes* para cada animador. Eles ficavam com a responsabilidade de finalizar os desenhos – limpar os desenhos da profusão de traços vigorosamente esboçados para que fossem transferidos para o acetato. Esta nova categoria de profissionais veio a ficar conhecida como *clean-up men* (Thomas; Johnston, 1995: 39).



**Fig.57** Walt Disney Studio. FRED MOORE; desenho esboçado e “limpo” do personagem Feliz (estudo para *Branca de Neve e os Sete Anões*). BILL ROBERTS; esboços de Mickey que denunciam o que o personagem está sentindo, pensando ou tentando fazer.



**Fig. 58** Walt Disney Studio. BILL TYTLA; toda energia e expressividade da ação está captada na sequência esboçada do personagem Zangado e sua contrapartida já “limpa” (em cima). O tratamento com esboço é ainda a solução para captar movimentos de grupos sem perda de coesão e conjunto da cena (no meio); embaixo, a mesma sequência de desenhos já “limpos”.

Estavam abertas as portas para a revolução. Dos animadores iam brotando soluções expressivas notáveis, conseguindo efeitos plásticos e mecânicos na tela até então impossíveis. O estúdio fôra contagiado pelo germe da experimentação. Frank Thomas e Ollie Johnston, dois dos maiores animadores do estúdio de Disney, que tiveram o privilégio (como eles mesmos dizem) de partilhar daquela atmosfera que jamais veio a se repetir em qualquer outro lugar e época (1995: 71), descreveram em poucas palavras a sensação que permeava o grupo naquele período sensacional: “Nós estávamos começando a perceber a magnitude desta forma de arte que estávamos descobrindo, e seu potencial nos mantinha magnetizados” (1995: 23). A posição de Disney como maestro desta mudança é inquestionável, a despeito das contribuições individuais dos artistas formidáveis que trabalharam no seu estúdio. Les Clark, um desses mestres do estúdio de Disney naquela época, é categórico: “A animação se desenvolveu por causa da insistência e supervisão de Walt” (Thomas; Johnston, 1995: 39). Novamente Frank Thomas e Ollie Johnston vão ao ponto chave: “Os animadores tinham de haver-se com o problema da execução dos desenhos da melhor maneira, mas sem a direção de Walt é duvidoso que qualquer um deles tivesse tentado tão intensamente ou descoberto o que fazer” (1995: 39).

Era o resultado da política de Disney. Ele ficava livre para desenvolver estratégias de produção, conceber dispositivos e promover aperfeiçoamentos para agilização e expressão gráfica, definir temas e decidir propostas, levantar recursos financeiros e elaborar o marketing; proporcionando aos animadores as condições para se dedicar (sem outras preocupações) às questões exclusivamente artísticas. Mas todos juntos discutiam os problemas de arte, e se algo precisava de solução externa (material ou humana) Disney providenciava (Smith, 1987: 41).

Mas, mesmo livre das tarefas de desenho, Disney não abandonava o estúdio. Tinha o controle da situação, enxergando do geral ao particular. Bem diferente do que ocorreu com o estupendo artista Winsor McCay, que se dedicou ao trabalho de execução dos milhares de desenhos de seus filmes, tolhendo-o da liberdade que Disney desfrutou para experimentações e planejamento. Animação, apesar de envolver habilidade plástica, é antes de tudo cinema, que exige a colaboração de uma equipe. Disney teve os primeiros atritos com Ub Iwerks (amigo desenhista da época da adolescência e parceiro no começo do negócio) por perceber que o tempo do seu animador chefe era muito valioso para ser esbanjado fazendo cada desenho – Iwerks rejeitava a idéia de dividir seu trabalho entre assistentes (Thomas, 1997: 41). Muito melhor desenhista que Disney, Iwerks vai desenhar todos os filmes da década de 20 do estúdio, inclusive sendo o responsável pela concepção gráfica do camundongo Mickey (Solomon, 1994: 40). Se separa de Disney no começo dos anos 30 para montar sua própria empresa alegando “diferenças artísticas” – naquela época se especulava que Ub Iwerks era o “gênio secreto” por trás do sucesso dos desenhos animados de Walt Disney (Solomon, 1994: 86). De fato, extremamente talentoso, Iwerks foi um dos grandes animadores da história. Mas não tinha a visão de Walt Disney, estava demasiadamente preso as questões rotineiras de desenho e não percebia o conjunto mais amplo de questões envolvendo desenvolvimento estético, mecânica de animação, narrativa, etc. Seu afastamento de Disney significou não apenas seu fracasso, mas a evidência do diferencial criativo que tornava Walt Disney a força propulsora que impulsionava o desenvolvimento técnico e artístico da animação.

É impressionante! Outros colaboradores de Disney que no seu estúdio rendiam demasiadamente, ao se afastar pareciam perder a força criativa. O próprio Iwerks quando retornou ao estúdio de Disney nos anos 40 – onde permaneceu até sua morte nos anos 70 (Thomas, 1997: 40) – passou a dedicar-se ao departamento de efeitos especiais, ganhando

vários prêmios Oscar por suas soluções técnicas. Por exemplo, ele que fez a adaptação da máquina fotocopadora para transferir desenhos diretamente do papel para o acetato, finalmente eliminando a tarefa mecânica de retracá-los folha por folha à mão. Uma enorme economia de tempo com implicação direta no aspecto plástico do filme. Esta técnica foi usada pela primeira vez na longa metragem *101 Dálmatas*, lançado em 1961 (Thomas, 1997: 106).

Walt Disney foi um pioneiro na introdução do *som* no cinema. De imediato percebeu o impacto que este recurso proporcionaria. Acompanhou o desenvolvimento técnico de alguns sistemas e teve a perspicácia de escolher o mais adequado (embora menos conhecido) para seu propósito. Não chegou a ser o primeiro a lançar um desenho animado sonorizado, mas quando o fez apresentou a melhor sincronização entre som e imagem, de tal maneira que ele acabou ficando conhecido como o verdadeiro precursor (Smith, 1987: 37).

Para conseguir esta façanha ele recorreu a marcação do tempo para a orquestra com uma bolinha pulando (desenhada à mão) ao lado de cada frame da película, numa relação de 4 X 4, no filme que deu início a uma nova era para a animação, *Steamboat Willie* (Crafton, 1993: 214). Neste filme estreava o personagem Mickey Mouse, que iria por fim ao reinado do gato Felix. No entanto, o sucesso inicial de Mickey não estava em sua personalidade, desfavoravelmente comparada a de Felix, mas no uso do som sincronizado, sofisticação gráfica e superioridade da animação (Crafton, 1993: 297).

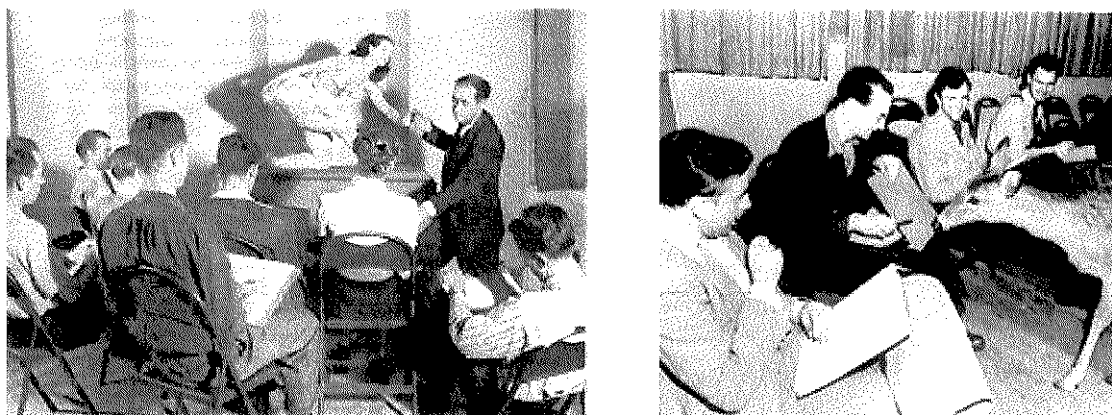


**Fig. 59** WALT DISNEY e UB IWERKS.  
*Steamboat Willie* (1928). Note a bolinha  
pulando, desenhada à mão, à esquerda de  
cada frame.

O uso do som e o sucesso da série com Mickey logo tornou o estúdio de Disney o mais avançado. Mas ao invés de contentar-se com o triunfo, Disney lançou-se em aventuras que permitissem novas possibilidades para experimentações em direção a tão almejada “ilusão da vida”. A série de fantasias musicais chamada *Silly Symphonies* vai cumprir a função de laboratório (Thomas, 1997: 45-61).

Chegando nos anos 30, Disney toma providências decisivas para viabilizar seus projetos. Começa por contratar mais artistas com sólida formação e institui um programa de treinamento para elevar ao máximo as habilidades de seu pessoal (Thomas; Johnston, 1995: 20). Para ele se tornara óbvio que, se quisesse realizar a melhor animação, o padrão de seus

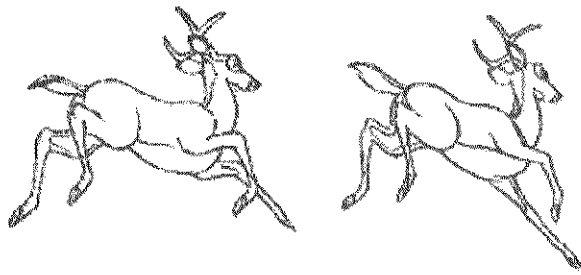
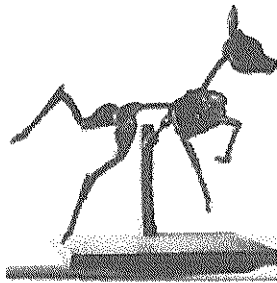
artistas teria de ser o mais elevado. Os estudos incluíam desenho de modelo vivo, anatomia, psicologia da cor, análise de movimento e princípios de representação. Disney insistia na observação dos atores dos espetáculos de variedades, mímicos, os grandes mestres das comédias dos filmes mudos. Queria o domínio do movimento real, mas não a cópia do natural – a ação desenhada tinha de basear-se na realidade, para daí se partir para a caricatura, o exagero, a encenação.



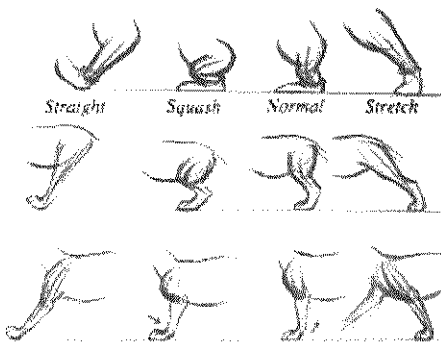
**Fig. 60** Walt Disney Studio. Classe de estudo de modelo vivo sob a supervisão do instrutor Don Graham. Classe de estudo com cervo (modelo para o filme *Bambi*).

Alguns dos maiores artistas deste século contribuíram com palestras neste programa de treinamento que durou anos (a exemplo de Alexander Woolcott, H. G. Wells, Frank Lloyd Wright, Charlie Chaplin), embora se diga que eles estivessem bem mais ansiosos em conhecer o estúdio, à esta altura já gozando de grande popularidade (Thomas, 1997: 61). Os animadores, entretanto, apesar de considerarem estas contribuições estimulantes e enriquecedoras de maneira geral, não tinham dúvida em dizer que o aprendizado era muito maior com os próprios companheiros e Walt Disney (Thomas; Johnston, 1995: 72). Isto porque a animação já demonstrara possuir características artísticas próprias, uma linguagem particular que justamente estes animadores estavam desenvolvendo. Daí os estudos especificamente direcionados – como a metodologia de filmar atores, analisando e esboçando exaustivamente seus movimentos frame-a-frame. Visitas ao zoológico e fazendas era fundamental para captar o movimento dos animais diretamente no seu ambiente (também filmados para análise em classe). Esqueletos, cadáveres de animais, armações de modelos, maquetes de veículos e construções simulando cartuns; tudo era minuciosamente estudado para diferenciação de estruturas e verificação da influência no movimento. O objetivo: atingir o máximo da expressividade plástica e cinética.

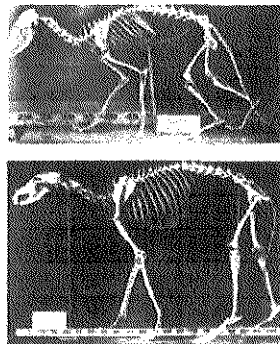
Rapidamente este ambicioso programa de treinamento, associado as demais idéias e novidades técnicas, conduziu os filmes de Disney a um nível de excelência espantoso. Ao longo da década de 30 o refinamento será constante e uma obra em particular sintetiza todo o avanço: *Branca de Neve e os Sete Anões*, lançado em 1937. Mas antes de chegar nesta obra-prima outros marcos foram estabelecidos.



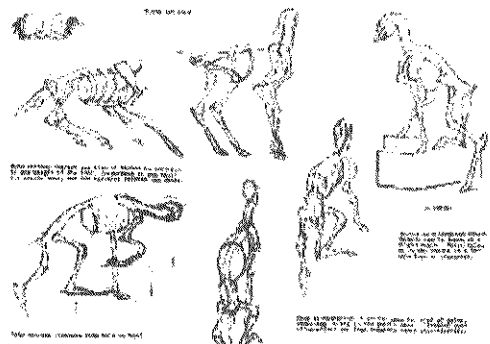
**Fig. 61** Walt Disney Studio. Modelo articulado para estudo de postura e movimento com desenhos resultantes ao lado.



**Fig. 62** Walt Disney Studio. Estudo para diferenciação do princípio comprimir/esticar de acordo com personagens e localização dos membros.



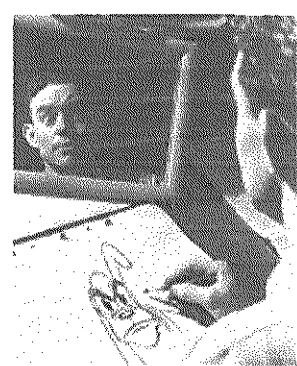
**Fig. 63** Walt Disney Studio. Esqueletos (raposa e cão) como referência para estudo da estrutura dos corpos, determinando a extensão – e convencimento – dos movimentos.



**Fig. 64** Walt Disney Studio. Uso de maquetes com pintura de linhas para assemelhar-se a cartum.



**Fig. 65** Walt Disney Studio. Estudos para animação de substâncias líquidas, como pingos de chuva e lava.



**Fig. 66** Walt Disney Studio. O artista Norm Ferguson como própria referência para a adequada expressão de Pluto.

Em 1932 Disney realiza o primeiro filme colorido, *Flowers and Trees*. Para atingir o que ele ambicionava com a animação, a cor era imprescindível. Instruía seus técnicos para pesquisas com nitrato e outras soluções, mas foi a Technicolor que chegou ao sistema de combinação das cores primárias em três tiras de negativo. O processo só veio a estar pronto para filmes de ação ao vivo em 1935 – *The Black Pirate*, de 1926, com o astro Douglas Fairbank, utilizou um processo baseado apenas em duas cores (Thomas, 1997: 45). Disney

assinou um contrato com a Technicolor que lhe deu exclusividade por dois anos no uso do processo de três cores.



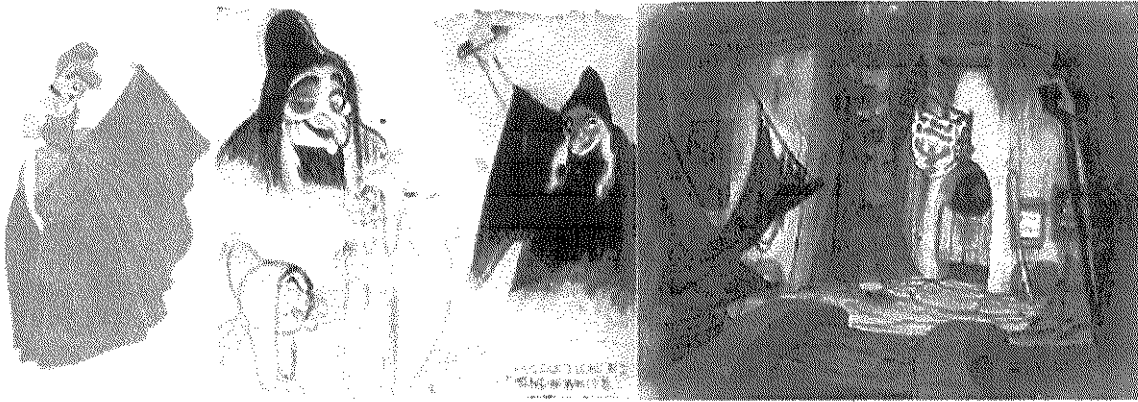
Fig. 67 Walt Disney Studio. *Flowers and Trees* (1932).

O acréscimo deste elemento visual implicava, notadamente para o desenho animado, em novas considerações de design e abordagem de animação. Se as cores abriam novas dimensões para o desenho animado também traziam problemas. Antes era simples destacar um personagem contra um fundo. Já as cores estabelecem relações complexas que exigem muita atenção, afetando a configuração espacial, o clima psicológico, a legibilidade e caracterização dos personagens – que devem ser considerados sempre em função do movimento, das variações de cenário e encenação.

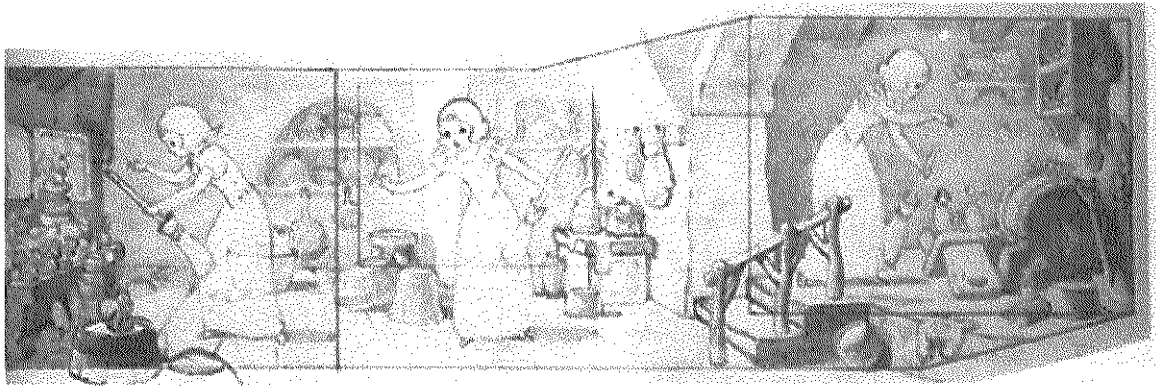
Além destas questões de linguagem visual, um problema de ordem puramente técnica teve de ser resolvido: tintas coloridas para aderir à superfície do acetato tiveram de ser formuladas (Solomon, 1994: 49). Em *Flowers and Trees* os princípios de animação que estavam sendo experimentados para personagens já começavam a demonstrar sua utilidade também na animação de formas abstratas, como o fogo. Este filme será ainda o primeiro na história da animação a ganhar o prêmio Oscar (Thomas, 1997: 47).

Em 1933, novo marco. É lançado *Os Três Porquinhos*. Segundo Solomon (1994: 52), se trata do mais significativo filme da série intitulada *Silly Symphonies*. Pela primeira vez personagens fisicamente parecidos revelavam sua personalidade pela maneira de agir. No estilo do movimento estava a sensação da alma do personagem. Através da encenação o espectador sente a emoção do personagem desenhado, o identifica e se envolve com ele. Aqui se verifica também a importância concedida ao departamento de *layout* – em vista dos recursos técnicos já disponíveis e mesmo a crescente exigência do público, a fase de elaboração de layout será agora uma necessidade. Desde então, antes do trabalho de produção propriamente dito de qualquer filme (animação ou mesmo ação ao vivo), a concepção gráfica dos personagens, o figurino, os cenários, a definição de cores e iluminação dos ambientes, se tornaram aspectos decisivos para o sucesso de um projeto. O *storyboard* é outra invenção que surge com *Os Três Porquinhos* (Solomon, 1994: 53), sendo a solução, proporcionada pelos artistas de Disney, para os problemas de ordem e estrutura do filme de animação. Consiste de uma série de pequenos desenhos com legendas, fixados num quadro, que mostram as ações chaves do filme. Com isto se tem uma apreensão antecipada do ritmo, com o encadeamento visual das cenas permitindo decisões mais seguras e ajustes valiosos antes de a filmagem começar. É tão útil que se generalizou, e hoje qualquer comercial para televisão ou filme que se preze (inclusive de ação ao vivo), não dispensa a preparação do storyboard.

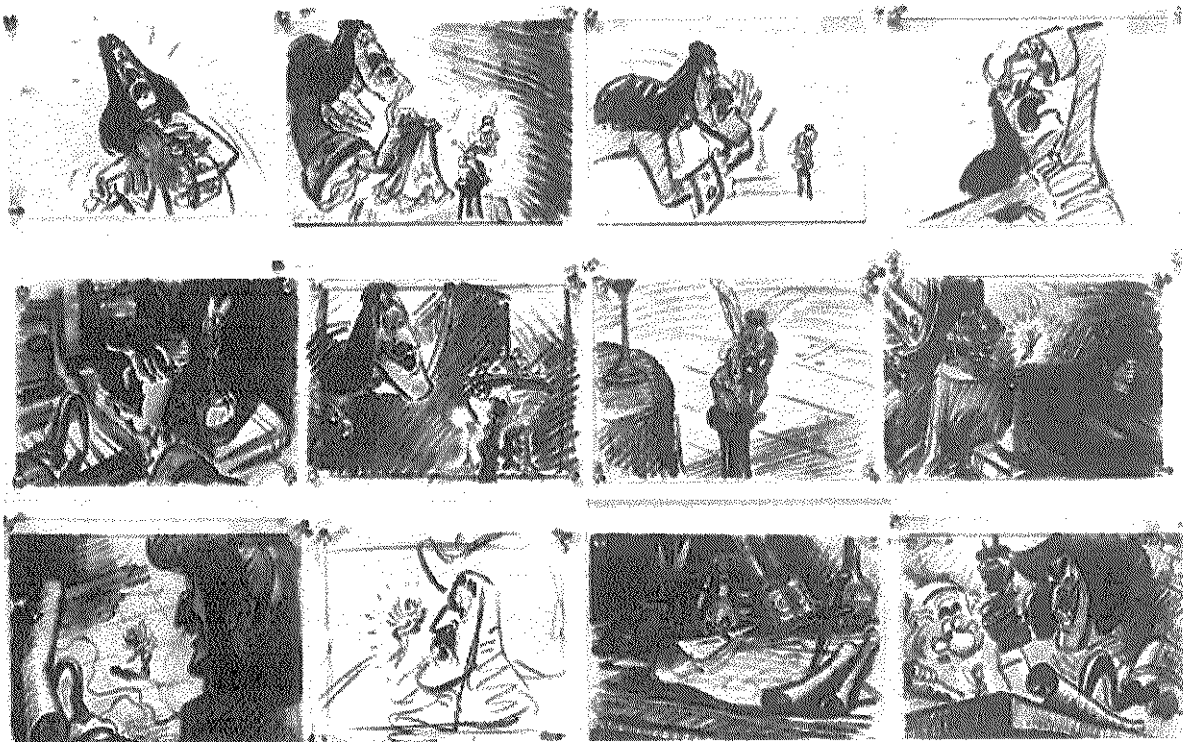




**Fig. 68** Walt Disney Studio. Layouts de figurino (*Cinderela*, 1950), personagem (*Branca de Neve*, 1937) e cenário (*Pinóquio*, 1940).



**Fig. 69** Walt Disney Studio. Layout para sugestão de movimento de câmara (*Branca de Neve e os Sete Anões*, 1937).

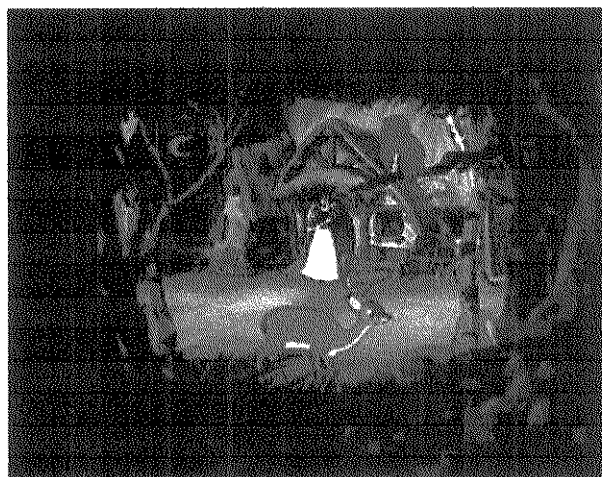


**Fig. 70** Walt Disney Studio. Storyboard (*Peter Pan*, 1953), onde se trabalha continuidade, ângulos de câmara, encenação, planificação, movimento, etc.



Em termos de inovação técnica desta fase brilhante do estúdio de Disney, provavelmente a invenção da *câmara de múltiplos planos* é que melhor nos dá a exata dimensão da sofisticação em que se chegara em tão pouco tempo. Se o trabalho de definição dos conceitos de animação gradualmente iam se configurando num conjunto de critérios confiáveis para o tratamento plástico, mecânico e cênico do desenho animado, as técnicas de fotografia também precisavam evoluir.

A fotografia de desenho animado era feita colocando-se as folhas de acetato diretamente sobre os cenários, sendo prensados com chapas de vidro para não causar efeito de recorte ou silhueta. De maneira geral este sistema funcionava muito bem. Com personagens desenhados em perspectiva se movimentando para o fundo de um cenário, a ilusão de profundidade estava garantida – desde que a câmara permanecesse fixa. Isto porque, se a câmara avançasse, se perceberia que tanto o personagem como as partes mais próximas e mais distantes do cenário se aproximariam com a mesma velocidade – e isto não está de acordo com o mundo físico. Os efeitos de iluminação obtidos pelo uso de tonalidades na pintura de personagens e cenários também seriam prejudicados. O resultado era danoso para a ilusão de realidade que Disney almejava. A solução encontrada para resolver estes problemas estava na engenhosidade desta impressionante máquina – embora Disney não tenha sido o único a imaginar este dispositivo. Outros animadores trabalharam em versões próprias de câmaras de múltiplos planos, inclusive Ub Iwerks, no período que esteve afastado de Disney (Smith, 1987: 40). A vantagem de Disney é que ele designava especialistas para pensar cada aspecto do problema. Em resumo, o equipamento funcionava da seguinte maneira: cada plano da animação ficava situado numa distância diferente da câmara e iluminado independentemente. Para conseguir um zoom realista, cada plano era movido em direção à câmara numa velocidade inversamente proporcional a sua distância do observador imaginário. Os coeficientes diferenciais dessas razões determinavam a posição aparente de cada camada de desenho no espaço.



**Fig. 71** Câmara de múltiplos planos de Disney e fotograma de *Branca de Neve* (1937) demonstrando a ilusão de profundidade conseguida com este aparelho.

Os trabalhos preliminares com este equipamento começaram com *Branca de Neve e os Sete Anões*, mas o primeiro filme lançado tendo feito uso deste processo foi o curta-metragem *The Old Mill*, um mês e meio antes de *Branca de Neve* (Smith, 1987: 49). Recebeu dois Oscar: um pelo filme e outro pela inovação técnica. Apesar de usado esporadicamente em virtude do seu alto custo e complexa operacionalidade, este dispositivo contribuiu para alçar as produções de Disney a um patamar artístico superior. O conceito desse sistema forneceu o algoritmo para os atuais sistemas digitais de animação 2D/3D desenvolvidos a partir dos anos 70 (Levoy, 1977: 65-71).

Antes, porém, de dar-mos seqüência ao nosso relato histórico, seria útil ao propósito deste capítulo tecermos algumas considerações de projeto deste formidável equipamento. Evidentemente não se tratava de um trabalho artístico, nem tinha a função de obra de arte – embora se destinasse a produzi-las. Sua utilidade era bastante específica, e pelas características físicas e natureza de seu funcionamento (que exigia cálculos matemáticos constantes), requeria ao menos a participação de um profissional da engenharia. Não que um artista sem formação nesta área não fosse capaz de exercer estas responsabilidades, mas isto, simplesmente, foge das questões pertinentes ao trabalho de um artista visual. Num mundo em que o avanço do conhecimento exige uma especialização cada vez mais profunda, seria um contra-senso – ainda que o artista deva ser um sorvedouro de informações às mais variadas e mesmo possua instrução diversificada.

Ub Iwerks, como já informamos, também havia pensado na solução da câmara de múltiplos planos. E antes de Disney ele próprio construiu seu modelo a partir da carcaça de um velho Chevrolet que comprara por 350 dólares (Smith, 1987: 40). Disney, ao contrário, montou uma equipe e levou anos para chegar ao seu modelo, a um custo superior a 70 mil dólares (uma enormidade para a época). Inicialmente incumbiu Ken Anderson (animador e diretor de arte) para os testes com um sistema horizontal. A escolha de Ken se deu em vista de sua formação em arquitetura, pois Disney reconhecia a necessidade do domínio de perspectiva para tocar esta empreitada. Apesar do desapontamento de Ken frente aos resultados obtidos, Disney percebera o que mais poderia ser conseguido para atingir a meta pretendida. Foi quando resolveu montar uma equipe de especialistas para coordenar o projeto. À Ken veio juntar-se Cy Young, especialista em efeitos de animação; Hal Helvenston, especialista em iluminação teatral; e William Garity, o engenheiro chefe do estúdio (Smith, 1987: 41). Os problemas abundaram, mas no final o resultado fôra satisfatório para todos.

De acordo com Smith (1987: 46), fornecemos uma breve descrição do projeto: quatro postes de metal polido, aos quais planos móveis estão associados, fornecem a estrutura básica. Os postes ficam mantidos numa disposição retangular e fixados apenas nas extremidades. A estrutura tem aproximadamente cinco metros de altura, com as engrenagens das armações de sustentação por toda a extensão unidas e calibradas desde a base. Os movimentos das pranchas suportadas por estas armações se processam na ordem de centésimos de polegada. A câmara, normalmente com lente de 117 mm, é colocada no topo e fotografa para baixo através dos vários planos. Os planos são em número de seis, sendo os dois primeiros usados para animação. Os dois seguintes usados apenas para cenários. Estes quatro planos se movem verticalmente. Os dois últimos planos são fixos – são usados como fundos distantes, para representação do céu, com nuvens e efeitos de atmosfera. Uma importante parte do projeto é o arranjo das luzes em cada plano, dispondo de controle individual para o balanço da iluminação sobre os vários níveis. No sentido de aumentar a durabilidade das lâmpadas, um sistema especial de exaustão foi planejado.

Um departamento foi criado só para operar com esta câmara, envolvendo um grande número de pessoas. Sam Armstrong ficou na direção e planejamento de todo o trabalho em múltiplos planos; Paul Strunck assumiu o desenvolvimento experimental e Gail Papineau ficou responsável pela produção fotográfica. Diversos técnicos respondiam pela operação da câmara – um processo trabalhoso, demorado e caro. Solomon cita o custo de 45 mil dólares para uma cena de *Pinocchio* (o segundo longametrage de Disney) que na tela dura menos de um minuto (1994: 59). Smith cita que o valor de *The Old Mill* fôra 60% mais caro do que outros filmes da série *Silly Symphonies* fotografados em sistema convencional (1987: 49).

Só tinha acesso a sala da câmara de múltiplos planos as pessoas diretamente envolvidas em sua operação. Eventualmente, pintores e animadores eram chamados para alguma alteração nos trabalhos de arte (Thomas; Johnston, 1995: 310).

Este enorme equipamento passa para a posteridade como prova da criatividade, da ciência e da determinação do homem para a superação de seus problemas. Apesar da dificuldade, cumpria com o seu propósito. Os artistas que o imaginaram, mesmo não o manipulando diretamente, souberam explorar sua potencialidade. Mas a câmara de múltiplos planos, enquanto produto da engenharia, foi superada. Mesmo os equipamentos convencionais para a fotografia óptica de desenho animado foram encaminhados ao museu. No entanto, a arte que estes equipamentos viabilizaram permanece. Porque a arte não está presa a mecanismos, a artefatos inexoravelmente confinados ao seu tempo, sucumbidos pela natural evolução tecnológica. Os ingredientes da arte estão na mente do artista.

É por este motivo que, muito acima dos dispositivos que permitiram a feitura dos filmes com a marca de qualidade de Walt Disney, se encontram os conceitos artísticos que permitem a comunicação convincente da imagem – limitados apenas pelo talento e objetivos expressivos de quem os utiliza.

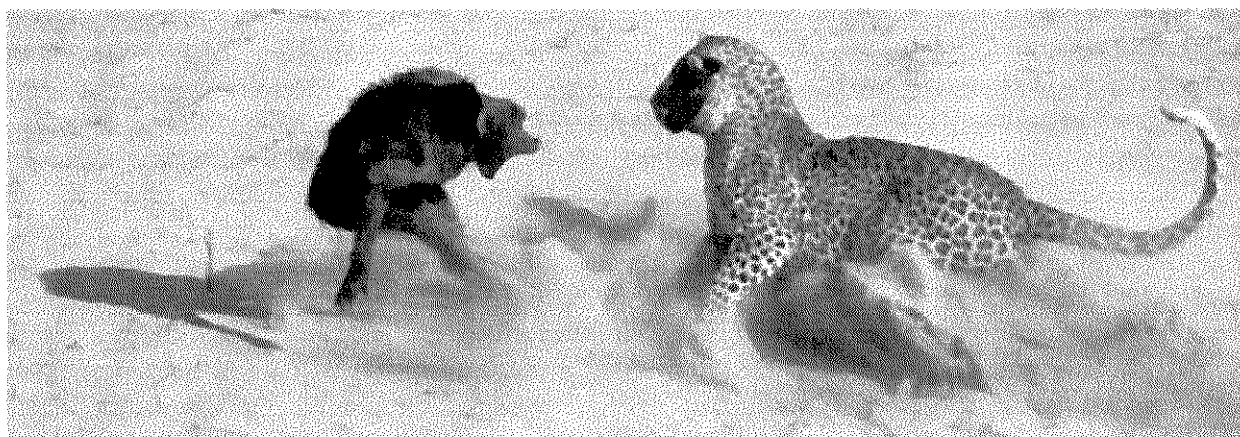
Dentre estes conceitos figuram os *princípios de animação* que Disney e seus artistas sistematizaram. Chegaram a doze princípios: Comprimir e Esticar, Antecipação, Encenação, Animação Direta e Posição Chave, Continuidade e Sobreposição da Ação, Aceleração e Desaceleração, Movimento em Arco, Ação Secundária, Temporização, Exageração, Desenho Volumétrico, Apelo. A sintaxe destes princípios permitiu alcançar a tão almejada “ilusão da vida”, definida por Walt Disney como condição fundamental para o envolvimento da audiência.

Estes novos procedimentos para animação foram surgindo gradualmente. Eram estudados isoladamente e então nomeados. Os animadores continuaram sua pesquisa buscando estabelecer a perfeita relação entre um desenho e outro ao ponto de conseguir resultados previsíveis. Era decisivo que se chegasse a uma formulação que oferecesse plena segurança. Foram analisados, aperfeiçoados e discutidos. Quando novos artistas foram chegando ao estúdio e passavam a fazer uso com sucesso destes procedimentos que lhes eram ensinados, todos tiveram a certeza de que fôra firmado os critérios de uma atividade. Se tornaram os *princípios fundamentais da animação* (Thomas; Johnston, 1995: 47).

Com isto a animação passava a dispor de um conjunto de regras básicas, uma linguagem com sua própria sintaxe que, adequadamente compreendida e empregada, possibilitava a obtenção de movimentos realisticamente convincentes, uma animação de boa qualidade.

Claro que do ponto de vista da produção de um filme de animação uma infinidade de outros fatores concorrem para seu sucesso, como trilha sonora, vozes, argumento, roteiro, etc., mas é através do movimento que temos a representação visual da estória. Os *princípios de animação* vinham proporcionar os recursos plásticos para se trabalhar a ação pretendida sem limitações expressivas, comunicando, na intensidade desejada, toda a gama imaginada de

sensações. Aqui está a chave da encenação. Ao animador era permitido a manipulação dos elementos expressivos cuja química tinha o poder de gerar movimentos extraordinariamente convincentes ao ponto de outorgar carisma a um personagem que não é real e só existe no papel, ao ponto de emocionar uma platéia e mesmo fazê-la chorar. Ao animador era, enfim, facultado a ousadia de experimentar o drama – especialmente desafiador para personagens desenhados que não contam, de início, com a energia excitante que a simples presença do ator já transmite.



**Fig. 72** Os princípios de animação têm na mímica do corpo o fundamento para a encenação. Nesta fotografia se verifica claramente a intensidade das sensações experimentadas pelos animais, comunicadas pelas atitudes de seus corpos.



**Fig. 73** Walt Disney Studio. FRED SPENCER. A verdadeira personalidade é revelada na mímica da encenação (*Donald's Golf Game*).



**Fig. 74** Walt Disney Studio. GLEN KEANE. O impacto dramático da ação do urso captado em esboço vigoroso (estudo para o filme *The Fox and the Hound*).

Agora sim. Com estes elementos de sintaxe do movimento postos à disposição do animador, se poderia abordar com êxito filmes de longa duração; contar uma história séria com personagens capazes de exprimir emoções complexas. Mesmo assim, manter uma platéia interessada por uma hora e meia assistindo a um filme de animação não é tarefa fácil. Até

filmes de ação ao vivo que contam com um astro famoso no seu elenco podem fracassar nesta tentativa. Na verdade, a animação de longametragem teoricamente é um contra-senso, pois a forma gráfica traduz uma apreensão sintética do mundo, tende a compressão e simplificação da ação. Por aí dá para perceber o grau de dificuldade que se verifica num projeto desta natureza.

Entretanto, era de esperar que Disney viesse a encarar uma produção nesta escala. Seu espírito desbravador e as conquistas técnicas e artísticas o forçavam nesta direção. Mas fazer um longametragem em animação simplesmente para cumprir uma etapa de suas realizações não teria sentido nem importância alguma. Tecnicamente, produzir uma hora de imagens animadas jamais fôra problema. Dependendo da qualidade da animação e quantidade de pessoas envolvidas poderia levar mais ou menos tempo – e a fita, por não despertar maiores interesses, pereceria em algum depósito. Solomon cita *El Apostol*, de Quirino Cristiani (Argentina, 1917), como sendo o primeiro longa de animação (1994: 62). Mas quem viu este filme ? O que ele acrescentou técnica ou artisticamente à animação ? Já Lotte Reiniger com seu *Die Abenteuer des Prinzen Achmed*, de 1926, ainda que pouco conhecido, recebeu alguma atenção quando do seu lançamento e ajudou a divulgar a técnica da animação de silhuetas. Dificilmente, porém, este filme manteria hoje o interesse de uma platéia que não fosse de estudiosos – com certeza por ter desconsiderado as peculiaridades do formato da mídia com a qual lidava (além da já extremamente limitante possibilidade expressiva oferecida pela técnica de silhueta).

Ou seja, a verdadeira dificuldade em produzir um longametragem em animação, capaz de manter o interesse da platéia, residia na esfera artística – o mesmo problema enfrentado atualmente, a despeito do uso da tecnologia digital. E é aí que o grande talento de Disney como contador de estória vai fazer toda a diferença. *Branca de Neve e os Sete Anões*, o primeiro longametragem de Walt Disney (um tema forte, uma animação extraordinária, cuidadosamente planejada, com uma narrativa soberbamente bem ritmada), não será apenas um marco na história da animação ou do cinema como um todo. Se transformou numa referência para além da arte: uma de suas canções principais (a música dos Sete Anões) ultrapassou gerações embalando brincadeiras infantis; seus personagens (extremamente bem caracterizados) foram seguidamente imitados – a bruxa se transformou num ícone da maldade para além das fronteiras da sala escura de projeção; os anões se tornaram peças decorativas e “invadiram” (e continuam “habitando”) jardins de residências em todo o mundo.

*Branca de Neve e os Sete Anões* é a prova definitiva da superioridade da imaginação do artista e do seu talento em lidar com os elementos de sintaxe plástica e cinética sobre as condições tecnológicas disponíveis para viabilizar sua expressão criativa. Ficamos tão encantados com a trama, a cor, a luz, os personagens, o movimento, que relutamos em acreditar como foram produzidos. A tecnologia que está por trás passa a não ter a menor importância. Vale a emoção, vale o significado, vale a experiência da fantasia. As mesmas sensações que sentimos ao observar algumas pinturas pré-históricas, em que as condições tecnológicas também não têm a menor importância – também quase não acreditamos que chegaram a tanto usando gravetos e resinas, pintando em cavernas escuras em posições impossíveis.

O êxito de *Branca de Neve* como filme foi tamanho que se torna irrelevante enumerar seus prêmios e conquistas de mercado. Com Disney a animação chegara ao seu amadurecimento artístico, se definira como uma “arte separada dentro de outra arte” (Halas; Manvell, 1979: 27). A animação finalmente emergia como forma válida de expressão artística e fazia ver todo seu poder como entretenimento.

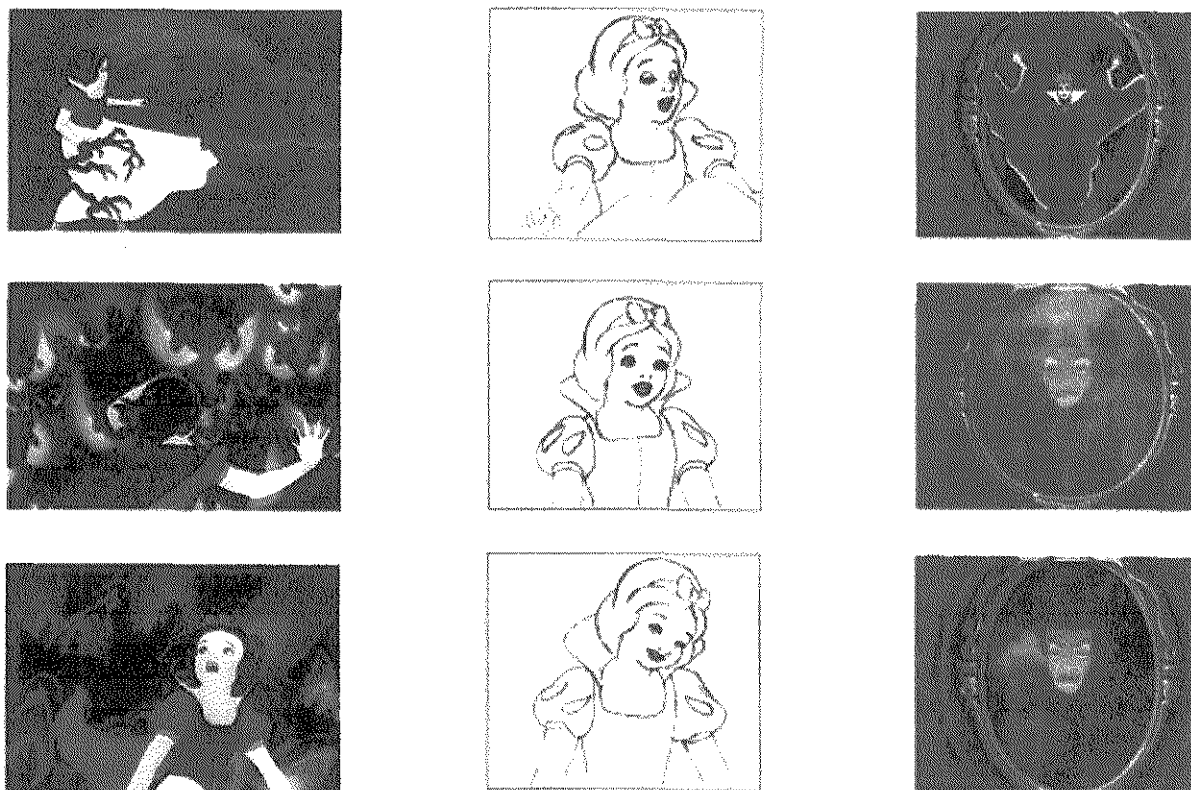


Fig. 75 Walt Disney Studio. *Branca de Neve e os Sete Anões* (1937).

### 1.7. A Diversificação Estilística e a Busca pela Automatização da Técnica

Este breve relato da trajetória de Disney é o bastante para refutar por completo inúmeras alegações surgidas a partir de meados deste século que acusavam seu trabalho de convencional, acadêmico (com sentido pejorativo) e conformista.

Ora, não é preciso muito esforço para verificarmos pelo exposto até aqui o quão radicalmente Disney rompe com a estrutura do cinema de animação (em todos os aspectos) que existia antes de sua aparição. E tão intensa foi esta mudança que criou enorme problema para os demais estúdios. Afinal era impossível desconsiderar a transformação do meio proporcionada por Disney, que estabeleceu paradigmas técnicos e conceituais absolutamente primordiais. Se quisessem sobreviver à competição, os demais estúdios teriam de adotar os novos procedimentos – ou expandi-los.

Até hoje ninguém jamais se desvencilhou inteiramente dos conceitos artísticos introduzidos por Disney na animação. E é possível que, até onde possamos projetar a evolução da cultura humana, tão cedo isto não sofrerá alterações fundamentais – simplesmente porque se baseiam em firmes noções biológicas e culturais que estão muito além de modismos formais.

E ao contrário do que possa parecer, isto não significa estagnação artística, mas o reconhecimento de que a arte também necessita de um mínimo de estrutura lógica a partir da



qual se permita o devaneio criativo ilimitado. Disney e seus artistas tiveram o mérito e a vantagem de fundar esta estrutura. Conhecedores profundos, inicialmente exploraram sozinhos suas possibilidades – com o conseqüente retorno material e reconhecimento público.

Então, que fique claro: Disney alterou completamente a animação que se fazia antes dele, mas ninguém, depois disso, sequer se aproximou de feito semelhante – mesmo após o advento da prodigiosa tecnologia da computação gráfica. Porque sua revolução veio amarrada, se desenvolvendo simultânea e simbioticamente nos três segmentos básicos: inovação técnica, conceitos artísticos (com um estilo bem definido) e estratégia de produção.

Pois bem. Na nova conjuntura da animação verificada na década de 30, se esboçava claramente um monopólio técnico e estético do desenho animado pelo estúdio de Disney. Este tipo de situação não é benéfica para nenhuma área criativa. Na arte então, que expressa nossa condição e anseios, seria sinal de que algo estava errado.

De fato, aquele período foi um dos mais angustiantes deste século. A Europa vivia a aflição da erupção de regimes totalitários e a iminência de novo e generalizado conflito bélico. Os Estados Unidos – já uma potência de enorme influência na economia do mundo – desencadeara uma crise financeira internacional sem precedentes que chegara a abalar a confiança dos próprios norteamericanos a respeito do espírito empreendedor que fez a fama da América do Norte. Tecnológica e ideologicamente, a Revolução Industrial dava seus últimos suspiros e seria logo enterrada com a II Guerra Mundial.

O cinema de animação parecia refletir exatamente este impasse. O avanço vertiginoso verificado nos anos 30 através de Disney na verdade apenas colocava a animação em dia com a História (o que não era pouco), mas a História já estava em vias de alterações profundas. A tendência, também para a animação, seria a emergência de um período para assimilação das rápidas conquistas recém obtidas que sofreriam graduais aperfeiçoamentos até a explosão de novas tecnologias que novamente acelerassem a evolução – o que vai acontecer a partir dos anos 70 com a tecnologia digital.

Então, se tecnicamente os outros estúdios poderiam contar com os mesmos recursos de Disney, restava o desafio de propostas estéticas alternativas. E será neste campo que verificaremos o despertar vertiginoso de contribuições plásticas e narrativas que afastariam o fantasma do monopólio também estilístico na animação. Por um bom tempo a disputa ocorrerá primordialmente no âmbito artístico, um sinal de evidente maturidade para a tão jovem arte da animação.

Mesmo com o impacto da introdução da televisão na passagem da década de 40 para 50, o foco do desenvolvimento estético continuará atraindo a atenção privilegiada dos animadores. É que a animação já dispunha de um arsenal que lhe permitia a preocupação central com as questões fundamentais da arte, que envolve elaboração formal e comunicação. Sempre em acordo com a tese defendida neste capítulo em que, após o aparecimento de determinada técnica, cria-se a condição para o incremento artístico. Mas também vimos como os artistas além de terem sido responsáveis pelas inovações técnicas, quando não participavam diretamente destas invenções as mesmas só produziam resultados satisfatórios quando empregada pelo artista ou sob a sua orientação – porque a técnica é o instrumento que viabiliza a arte, mas por mais sofisticada que seja não será capaz de substituí-lo. Simplesmente porque a arte é uma coisa dinâmica, orgânica, viva. E isto é tão verdadeiro que mesmo com todo o aparato técnico e estilo consolidado, a partir do início dos anos 40 novas tendências estéticas na animação conseguirão sobrepujar a liderança de Walt Disney.

Inicialmente o estúdio dos irmãos Fleischer será a grande força a se contrapor ao domínio total de Disney. Além da tradição de desenvolvimento técnico à qual já nos referimos

(invenção da rotoescopia), os Fleischer contavam com personagens de grande apelo, a exemplo da charmosa e sensual Betty Boop e do extravagante e caricaturesco marinheiro Popeye. São personagens completamente diferentes daqueles de Disney na concepção gráfica, no enredo das histórias e na mecânica de animação – o que já seriam motivos suficientes de distinção em vista de tamanha originalidade. Ambos têm na figura humana sua origem, ao contrário de personagens como Mickey e Pato Donald.

Betty será mesmo inspirada numa cantora popular, Helen Kane, que acusará os Fleischer de plágio (Carney, 1982: 46). O encanto de Betty Boop – sua graça e movimentos verdadeiramente femininos, de considerável apelo sexual – será também sua desgraça, pois a imposição da censura norteamericana dos anos 30 acabará por descaracterizá-la, levando o estúdio a encerrar sua série no final da década.



Fig. 76 Fleischer Studio. A sensual Betty Boop (1931) e o pitoresco casal Popeye e Olívia Palito (1935).

Já o desenho altamente singular de Popeye e sua namorada Olívia com seus membros que mais parecem tubos de borracha, se prestavam para as mais tresloucadas formas de animação. Apesar dos movimentos menos plásticos que aqueles de Betty e enredos praticamente limitados às escaramuças com Brutus (o personagem malvado que sempre tenta seqüestrar Olívia mas é impedido por Popeye ao ficar super forte após comer espinafre), os artistas lançavam mão de variações que de alguma maneira conseguia manter o interesse do personagem, que alcançou grande popularidade.

A atração de Betty e Popeye residia justamente na espontaneidade e improvisação de seus filmes, que lhes emprestavam exuberância sem maiores compromissos. Pura travessura que destoava completamente da animação sofisticada, desenhos elaborados e narrativa consistente das sinfonias visuais de Disney.

No entanto, o sucesso destes elaborados curtametragens de Walt Disney e a espetacular sensação causada com *Branca de Neve e os Sete Anões*, levaram à pressão dos Fleischer por parte do distribuidor (Paramount) na direção de produções similares (Solomon, 1994: 79-80). Ora, personagens desenhados que conseguem envolver emocionalmente o espectador requerem sérios estudos que visem uma personalidade dramática (design e atuação). Não é exatamente o que encontramos na figura de Popeye ou Betty Boop, concebidos com outros propósitos expressivos.



Os Fleischer, que eram artistas com formação em mecânica e desenho industrial, chegam também a construir seu modelo de câmara tridimensional (desenhada por Max), que não se mostrou um experimento de sucesso. Passaram ao uso de sistemas de cor sem maiores considerações quanto as relações cromáticas, com resultados comprometedores. Por fim, embarcam na produção de longametragem sem tantos artistas com competência para tamanho desafio – que implicava em grande domínio de desenho e princípios de animação. Solomon (1994: 80) dá conta de que *Gulliver* (o primeiro longametragem dos Fleischer) foi lançado em dezembro de 1939, tendo consumido um ano e meio de produção. Só para comparar, Disney levou quatro anos para realizar *Branca de Neve*, preparando animadores, desenvolvendo personagens e retrabalhando a estória. O personagem Gulliver foi intensamente rotoscopiado, deixando-o realisticamente desigual no universo desenhado. Já o personagem Gabby (um duende), verdadeiramente animado e por se aproximar do comportamento travesso tão bem explorado pelos Fleischer em Betty e Popeye, é responsável pelas ações mais convincentes do ponto de vista artístico. O filme, a despeito de algumas passagens interessantes, em sua estrutura narrativa é tedioso e inconsistente. O design não é especialmente inspirado. Ou seja, de modo geral não ficou bem resolvido.

Os Fleischer apenas voltam a trilhar um caminho próprio quando se afastam da abordagem da animação empreendida por Disney. Pois para produzir filmes convincentes dramaticamente, só mesmo com muito estudo e domínio dos conceitos estabelecidos por Walt Disney.

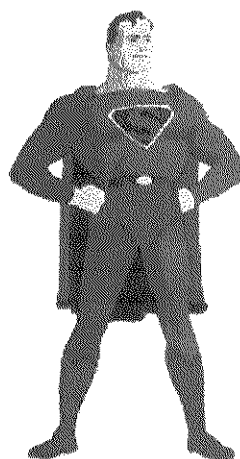


Fig. 77 Fleischer Studio. *Superman* (1941).

Com *Superman* os Fleischer dão a volta por cima. Em princípio contam com um personagem bem definido e já desfrutando de simpatia popular em consequência do sucesso nos quadrinhos. O mundo exagerado dos superheróis recebeu um tratamento gráfico e mecânico condizente. O desenho era estilizado e pintado com cores matizadas, sugerindo formas tridimensionais. As figuras eram rotoscopiadas mas também animadas livremente, além de submetidas ao *pencil test*, o que contribuía para a melhoria do movimento. Os cenários eram elaborados, explorando ângulos de câmara inusitados e sofisticados deslocamentos, levando a comparação com filmes ao vivo de estética *noir*. É neste desenho animado que será introduzida a famosa frase expressa pela multidão ao observar o herói voador: “Olhem lá no céu ! É um pássaro ? É um avião ? Não, é o Superman !” (Solomon, 1994: 83).

Tentativas como esta e aquelas de Betty Boop e Popeye vinham demonstrar que existia vida no cinema de animação para além dos princípios formulados por Disney e seus artistas. Dependendo do objetivo expressivo pretendido (eliminar o drama e evitar o filme de longa metragem) e desde que se afastasse de movimentos plasticamente elaborados (buscando na limitação a identidade do personagem), havia sim condições de alcançar resultados artísticos compensadores e mesmo bastante criativos. Os animadores independentes que trabalhavam com imagens abstratas já há algum tempo seguiam nessa linha. O desafio estava na animação de personagens.

A verdadeira inovação nesta direção surgirá de um grupo de animadores que optam por uma solução genial: partem dos princípios artísticos estabelecidos pelo estúdio de Disney, mas explorando-os em direções diferentes. Ou seja, os mesmos princípios que serviam para obter movimentos e ações dramaticamente convincentes, se explorados em seus extremos (como muitas vezes se percebia nos próprios filmes de Disney), com distorções e exagerações nos limites, poderia conseguir efeitos cômicos estridentes em animações mais descompromissadas tematicamente.

Estes artistas serão contratados por dois grandes estúdios (Warner Brothers e MGM) que efetivamente desafiam a liderança de Disney e empurram a animação em direção a comédia alucinada. Estes animadores estavam bastante familiarizados com os procedimentos de Disney – mais que isto, as equipes de animadores destes estúdios irão contar com veteranos do estúdio Disney. Os criadores destas unidades de animação na Warner e MGM, Hugh Harman e Rudy Ising, começaram suas carreiras com Disney nos anos 20 (Crafton, 1993: 208), da mesma forma que passaram por este estúdio Frank Tashlin, Friz Freleng, Bob Mckinson e Carl Stalling – este último compositor, que estimulou e contribuiu com Walt Disney no início da carreira do “pai” de Mickey Mouse e nas formidáveis experiências das sinfonias visuais (os fãs dos desenhos animados da Warner certamente reconhecem a importância de suas trilhas, que têm a “cara” destes filmes). Mais Chuck Jones (profundamente influenciado pelos filmes de Disney), Tex Avery, Bob Clampett, Bill Hanna e Joe Barbera, e temos os principais nomes por trás da horda de personagens comicamente alopados que marcaram definitivamente a história da animação, a exemplo de Pernalonga, Patolino, Frajola, Piu-Piu, Papa-Léguas, Coiote, Pepe Lepew, Diabo da Tasmânia, Tom e Jerry, etc.

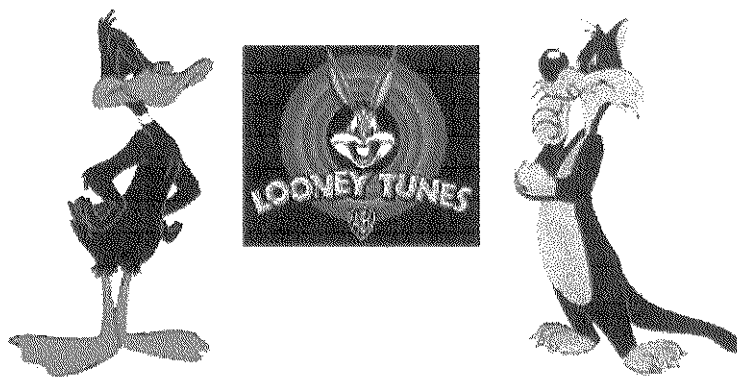
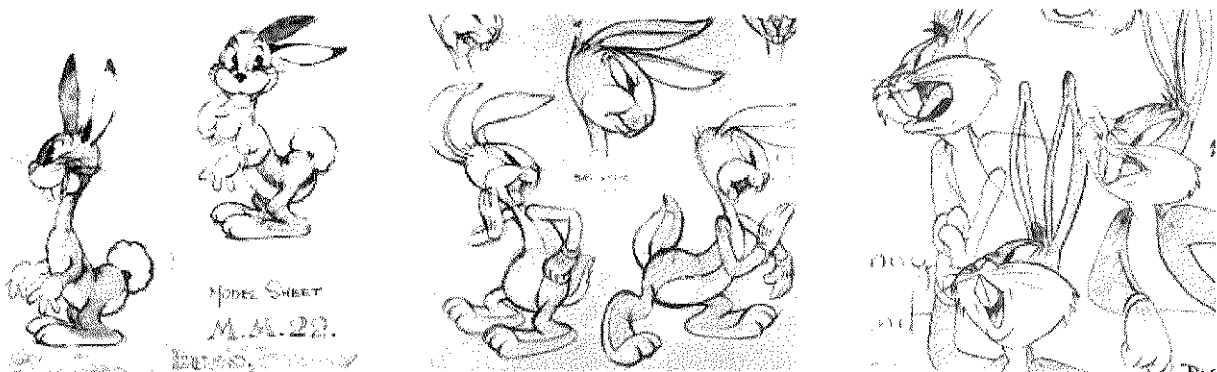


Fig. 78 Personagens da Warner Brothers; Patolino, Pernalonga e Frajola.

Pelo fato de estarmos tão familiarizados com estes personagens e aqueles de Disney, assistindo seus filmes da década de 40 percebemos claramente os motivos que os alçaram ao topo da popularidade. Mickey, Donald e seus companheiros foram moldados no auge da Grande Depressão que assolou os Estados Unidos no começo dos anos 30, e ao entrar na década de 40 pareciam arcaicos em suas brincadeiras. Suas personalidades arraigadas junto ao público dificultava mudanças radicais no estilo de representação. Com o tempo parecia haverem perdido algo da exuberância inicial – o que ficava ainda mais evidente quando contrapostos ao amalucado elenco de personagens recentemente surgidos dos estúdios da Warner e MGM, afinados com a época de rápidas transformações que se iniciava no rastro da II Grande Guerra. Ágeis, selvagens, insanos e atrevidamente engraçados, vieram incendiar o mundo até então moderado do desenho animado.



**Fig. 79** Warner Brothers. Fases do desenho de Pernalonga (a partir da esquerda). CHARLES THORNSON, com formas arredondadas ao estilo de Disney (1939); ROBERT GIVENS, que aplicou um visual esguio (1940); JEAN BLANCHARD define a versão de melhor aparência e expressividade (1947).

Percebemos diferenças já no design. Os personagens de Disney são mais rotundos, concebidos para agradar visualmente. Também estão inseridos em cenários elaborados. Por sua vez, o estilo gráfico dos personagens da Warner são mais esguios e desengonçados, tendendo ao tipo anti-herói e pronto para enfrentar qualquer parada. A evolução da concepção gráfica de alguns desses personagens demonstra bem a preocupação em direção a uma aparência que denote agilidade. Enquanto isso, os cenários são mais simples, o suficiente para situar a ação. Estava tudo pronto para disparar o humor biruta e anarquicamente surrealista que conquistou gerações.

Para que isto pudesse acontecer, abordagens completamente inovadoras quanto a estrutura narrativa, o tempo, a encenação e as piadas foram surgindo. A comédia de estilo rápido fornecia o mote para um sofisticado e diversificado vocabulário cinematográfico em que pululavam as variações de ângulos de câmara e cortes fulgurantes que aceleravam o humor. Uma das virtudes mais evidentes nestes filmes é o domínio absoluto do tempo. Se o movimento é a essência da animação e este é um fenômeno que ocorre no tempo, naturalmente a animação é a arte de lidar com o tempo. É espantosa a habilidade desses artistas na manipulação do tempo ! Muitas piadas eram pura consequência desta extraordinária noção da duração dos acontecimentos, como a justaposição de seqüências desvairadamente agitadas com momentos de calma absoluta em frações de décimos de segundo. Sim, porque a pausa é essencial para a piada. Mas ela também requer o tempo exato, sob pena de por tudo a perder.



**Fig. 80** Warner Brothers. CHUCK JONES; Coiote se esborrachando numa típica sequência de suas impagáveis aventuras. Década de 50.

Muitas vezes estas pausas eram utilizadas para a aplicação de *piadas reflexivas*, nas quais o personagem revela ao espectador que ele sabe que está num desenho animado (através da fala direta ou da ação), com a continuidade da sequência inapelavelmente cômica. É ainda introduzido o *narrador off-screen*, que interage com o personagem, proporcionando diálogos verdadeiramente birutas. Completamente negligentes quanto às preocupações com respeito às leis físicas, lógica ou ordem, estes personagens encarnavam o espírito alegre e despojado de seus criadores para quem o poder expressivo da animação era capaz de qualquer coisa. Segundo Solomon (1994: 104) esta expressividade sem rédeas era reflexo do processo criativo colaborativo em que se evidenciava a sinergia resultante do espírito artístico.

Não há como contestar isso. Para referendar, basta o exemplo dos endiabrados *Tom e Jerry*, primeiro grande sucesso da inseparável dupla de artistas Hanna e Barbera, que evitaram o uso de diálogos e meteram seus dois personagens num universo expressivo regido pela mímica – como se fosse uma declaração pública, em forma de arte, da formidável sintonia que havia entre os dois criadores.

Esta opção, que se mostrou extremamente feliz, impunha um alto nível de animação para suprir a ausência da fala. Trabalhando juntos por décadas, numa complementação de talentos notável, Bill Hanna e Joe Barbera faziam uma integração perfeita entre narrativa e piadas visuais, elaborando um conjunto impressionante de animação de personagens. Em vista disso, seus filmes apresentam ainda mais claramente as descobertas de Disney quanto aos princípios de animação aplicados a um novo estilo de humor.

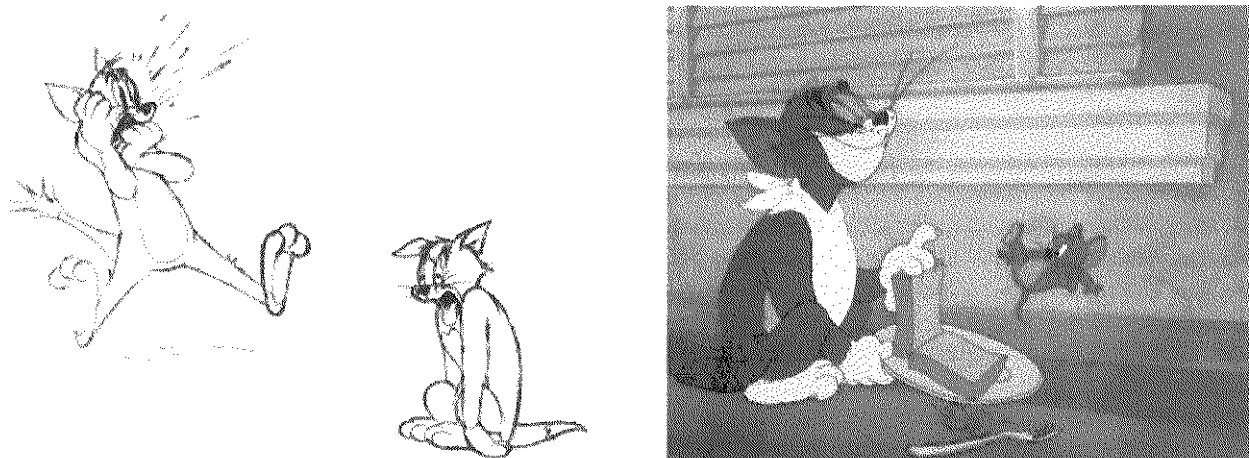


Fig. 81 Metro Goodwin Maier (MGM) e Hanna/Barbera. IRV SPENCE; expressão nos desenhos do gato Tom (1948). Tom e Jerry (1950).

Entretanto, apesar da abertura trazida por estes personagens e seu humor impetuoso, foi com a criação da United Productions of America (UPA) que a animação se viu diante de uma revolução artística com força suficiente para inaugurar uma vertente expressiva absolutamente original à influência de Disney, ao ponto de fazer surgir a expressão “estilo UPA”, tão contrastante era do “estilo Disney”. O estilo UPA era mesmo a negação do estilo Disney e todos os seus fundamentos. Ora, se os fundamentos estabelecidos por Disney forneciam a base da animação de personagens, como isto poderia funcionar ?

Devemos lembrar que estes princípios não determinam a existência da animação, mas instrumentalizam o artista para sua exploração em toda a amplitude expressiva. A aposta dos artistas da UPA era arriscada justamente por limitar este espectro, embora, por outro lado, tivesse o grande mérito de propiciar experimentações com configurações plásticas até então impensáveis no modelo de figuras rotundas e sólidas, baseadas no naturalismo, de Walt Disney. As configurações da UPA se apoiavam nas mais recentes conquistas estéticas da Arte Moderna surgidas a partir do cubismo, com ênfase na geometria e nas linhas simples encontradas nas telas de Picasso, Matisse, Modigliani, Klee, entre outros.

Os animadores que formaram a UPA, em meados da década de 40, da mesma forma que aqueles que deram início as unidades de animação da Warner e MGM, também saíram do estúdio de Disney (Carney, 1982: 46), o que significa que eram portadores de sólida formação artística. Queriam liberdade para explorar formas gráficas contemporâneas e pessoais, podendo, como os pintores modernos, externar em suas obras opiniões de caráter social e político. Isto era mais uma novidade que transcendia a temática suave de contos de fadas de Walt Disney. A não imposição de normas se constituía numa postura contrastante com todos os outros estúdios, sendo um aspecto exaltado pelos artistas e uma opção estimulada pelos dirigentes, tendo à frente Stephen Bosustow (Carney, 1982: 46). Contando com talentos como John Hubley, Pete Burness e Bobe Cannon, partem para ousadas experiências envolvendo formas, cores, texturas, som e enredo.

Ganham o primeiro Oscar em 1951 com um dos mais famosos filmes do estúdio, *Gerald McBoing-Boing*, no qual as linhas vão alternando estados num continuum ao longo de toda a narrativa – que de maneira inusitada avança aos borbotões. É uma dinâmica fantástica, onde o fim de uma coisa é o começo admirável de outra. Os espaços em que os personagens circulam são animados, com linhas que vão como que esculpindo os ambientes que em seguida já se

transformam em outro. Um filme inteligente, de qualidade artística inegável, sem precisar lançar mão de palhaçada ou violência para seduzir o espectador. *Gerald McBoing-Boing* é uma fantasia suave a respeito de um personagem (um garoto que não sabe falar) que se move num plano psicanalítico, em referência aos conflitos de comunicação normalmente verificados em crianças que atingem idade escolar. Foi responsável pelo êxito popular que impulsionou comercialmente a UPA (Halas; Manvell, 1979: 18).

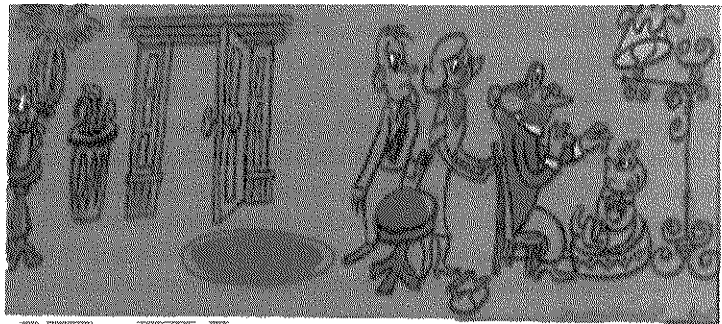
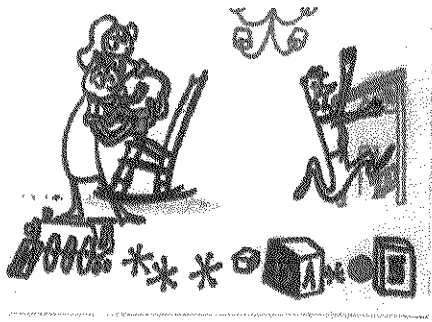


Fig. 82 United Productions of America. BOBE CANNON e BILL HURTZ. *Gerald McBoing-Boing* (1951).

Estórias não convencionais como esta, estilização gráfica e mecânica adaptada as figuras, vão caracterizar o estilo UPA. Seus artistas evitam a todo custo qualquer semelhança de design com Disney ou algo que se aproxime do humor escrachado dos personagens da Warner/MGM. A tradição de desenho modelado e tridimensional de Disney segue a tendência clássica da arte, na qual os personagens simulam convincentemente o movimento em qualquer direção. Nas produções da UPA o desenho tinha de ser equivalente ao visual chapado (e de preferência geometrizado) encontrado na vanguarda modernista – o que comprometia as possibilidades mecânicas. Afinal, as figuras eram obrigadas a se mover no plano bidimensional. A profundidade não existia para elas.

Neste universo restrito sobressaía o movimento baseado em linha, a qual permite uma manipulação fluida de grande beleza plástica, fazendo-nos remontar ao talento pioneiro de Emile Cohl. Mas a despeito das inventivas soluções que em determinados filmes são geniais, perfeitamente adaptadas aos personagens, não há como evitar a sensação (na maioria das vezes) de algo incompleto. Mesmo com o esforço de equacionar o problema, o resultado é a precariedade do que veio a ser batizado de *animação limitada*. Basta assistir a alguns desses filmes numa programação seguida para que venha à tona uma impressão de coisa forçada. Esta precedência do design sobre o movimento é crítica.

O estilo UPA acabou comprometido por sua ousadia. Ambicionava, através da animação, viabilizar uma pesquisa estética tão respeitada quanto aquela empreendida pela pintura – com a aparente vantagem de atingir grandes massas de espectadores. Ocorre que, com todo o avanço técnico recentemente promovido, a animação não dispunha (ainda) da menor condição de equiparar-se às ricas possibilidades de manipulação e expressão plástica e temática oferecidas pela pintura.

Havia uma crença de que era possível sim. Através de algumas técnicas mais espontâneas de pintura (o que já é limitar este universo) um animador poderia ir elaborando uma tela e fotografando, a intervalos determinados, as etapas do processo. Mas nessa circunstância (até em condições sofisticadas de representação, possível no futuro através da computação) o que acontece é a transmutação da pintura, que deixa de ser pintura para se transformar em filme. É desta maneira que a obra será percebida – e aí intervêm os elementos de linguagem próprios

desta mídia (mais aqueles específicos da animação). E cinema precisa de regularidade, de estrutura narrativa eficiente que garanta uma adequada leitura pelo espectador. A pintura não sofre desta limitação, como também jamais poderia narrar uma história com a eficiência proporcionada pelo cinema. A UPA deslocou o movimento, a encenação (o que efetivamente dá sentido a animação) para segundo plano. A ele sobrepôs o design. O movimento verificado não estava a serviço da atuação do personagem, mas utilizado como muleta para o design.

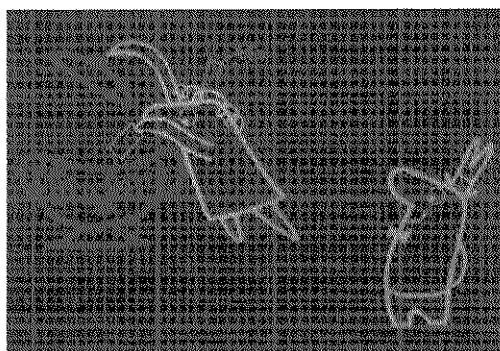
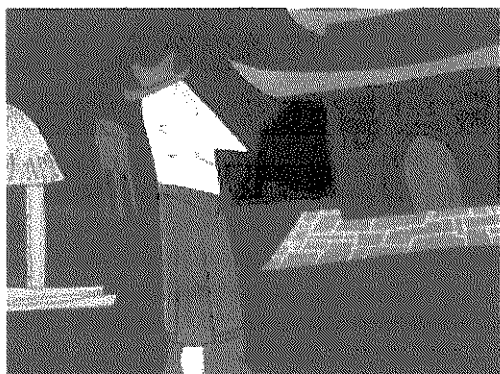


Fig. 83 UPA. BOBE CANNON; em cima, *The Brotherhood of Man* (1946) e *Fudget's Budget* (1954).



Fig. 84 UPA. JOHN HUBLEY. *Rooty-Toot-Toot* (1952).

O fato de nossa discussão neste momento se processar na esfera específica da arte é significativo do amadurecimento expressivo da animação. Mesmo isto tendo sido possível pelo desenvolvimento da técnica, a técnica aqui fica nos bastidores, pois a arte está em cena. O que reforça a contribuição da UPA, cuja iniciativa, naquele momento, foi significativa porquanto injetou novas perspectivas para a exploração gráfica na animação, afetando enormemente os estúdios de todo o mundo.

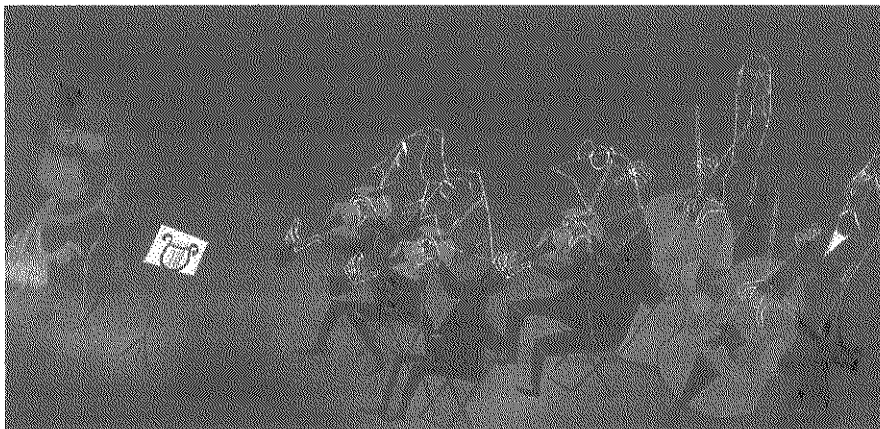
Sendo este direcionamento gráfico voltado para formas simples e geometrizadas, do mesmo modo que aconteceu nas artes plásticas, as décadas de 50 e 60 refletiram um predomínio, também na animação, de um visual com estas características. E esta influência da UPA se fará sentir especialmente no Leste Europeu (com destaque para o que ficou conhecido como Escola de Zagreb, na Iugoslávia), que ao lado do National Film Board do Canadá desfrutou do prestígio de ser um dos centros mais criativos da animação naquele período (Solomon, 1994: 227). No entanto, também como nas artes plásticas, grande parte da hegemonia estética geometrizada da UPA na animação decorreu de uma cobertura favorável da imprensa como nunca se viu. Solomon (1994: 226) registra que a crítica não apenas distinguia os filmes da UPA como os únicos a serem aclamados como arte, mas gostava



particularmente de destratar Walt Disney, mesmo com a contínua popularidade de seus filmes – “As vezes os críticos pareciam mais interessados em bater em Disney do que em elogiar a UPA”.

É a falta de critérios sólidos (artísticos e culturais) e interesses escusos (pessoais e comerciais) que estão por trás de opiniões completamente destituídas de valor como as deste caso, que acabam por turvar a compreensão das contribuições e dificultam seu dimensionamento histórico. No caso da UPA sua contribuição foi inegável, mas decididamente supervalorizada além da conta. O pouco tempo decorrido desde então tratou de colocá-la em seu devido lugar – ajudou a afastar o monopólio danoso do estúdio de Disney num momento crucial, mostrando a riqueza da diversidade gráfica que carecia de ser explorada pela animação. Mas isto precisava ser feito com julgamento, não se deixando sucumbir pela propaganda do que poderia se transformar em modismo pura e simplesmente. Tanto é que, de maneira afobada, personagens de visual sinuoso como Tom e Jerry ou Pernalonga, nas fases em que sofreram a interferência do desenho angular da UPA passaram a apresentar uma rigidez incompatível com movimentos maleáveis – na perspectiva de poucos anos foram implacavelmente desautorizados.

Até Disney acusou a influência do desenho angular da UPA. Vejam só: se Disney se mantinha dentro da sua tradição de design, ele era acusado de convencional; se aplicava soluções plásticas de evidência angular, era tachado de imitador ! A verdade (somos obrigados a reconhecer) é que Walt Disney possuía não apenas um estilo próprio bem definido e um extraordinário senso estético, mas sabia, mais que qualquer outro, que estava num mercado – e este “detalhe” não podia ser menosprezado. Se havia anseio por determinados padrões, estes poderiam, até certo ponto (e desde que justificados) ser incorporados a uma obra sem descaracterizá-la. Jamais o contrário. Disney, plenamente consciente disto, deixou em evidência o seu ponto de vista, e ao utilizar – em poucos filmes – design estilizado de linhas angulares, inverteu o procedimento da UPA e submeteu as figuras sofisticadamente desenhadas (típico do seu estilo) aos princípios de animação. Naturalmente o movimento não poderia se processar da mesma forma como se observa quando aplicado a figuras desenhadas tridimensionalmente – mas se tratava de *animação total*. O resultado fôra estupendo, tanto que um dos primeiros filmes produzidos com esta abordagem (*Toot, Whistle, Plunk and Boom*, 1953) ganha o Oscar.



**Fig. 85** Walt Disney Studio. *Toot, Whistle, Plunk and Boom* (1953).



É importante que se diga que o design e a abordagem de animação da UPA não chegava a ser uma coisa inédita. Sequências de filmes de vários animadores anteriores à existência da UPA apresentavam *desenho chapado* e *animação limitada* – inclusive Disney. Ocorre que naquele momento isto não tratava de compor um programa e, ainda mais importante, a imprensa não prestava atenção. Bem diferente da recepção proporcionada à UPA na década de 50 por jornais que até então raramente tomavam conhecimento do cinema de animação (Solomon, 1994: 220). Por força das evidências, posteriormente a cinematografia de Disney foi sendo revista e a ela sendo outorgada ainda mais reconhecimento sob a ótica da inovação estilística. Filmes como *Fantasia*, de 1940, anteciparam experimentos visuais que proliferaram na onda psicodélica da segunda metade dos anos 60, e só então teve a acolhida merecida. Uma sequência de *Dumbo* (1941) em que os personagens principais ficam embriagados, nos brinda com minutos da mais espetacular alucinação surrealista como jamais se observa fora do âmbito da animação. Em *The Three Caballeros*, lançado em 1945, na parte que Walt Disney homenageia o Brasil (a melhor do filme), a animação de elementos de design – já a partir da introdução deste episódio – é demonstrada com tal charme e maestria que nos impressiona a apatia da imprensa da época. Aliás, neste filme ficou de fora uma sequência trabalhada em parceria com Salvador Dalí, em virtude do resultado não agradar nem a Dalí nem a Disney (Thomas; Johnston, 1995: 515).

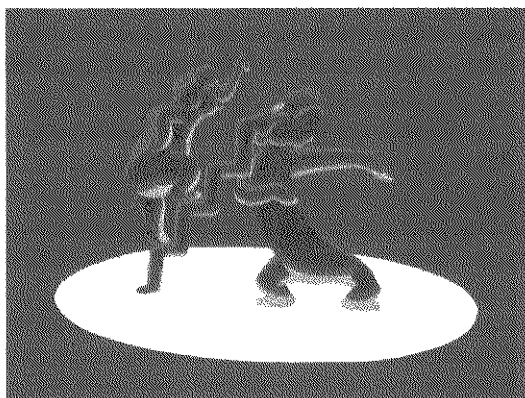


Fig. 86 Walt Disney Studio. *Dumbo* (1941) e *The Three Caballeros* (1945).

Mas talvez a maior prova da limitação expressiva da estética UPA tenha sido o seu quase absoluto esquecimento passada sua fase dourada – enquanto que os filmes de Disney, Warner e MGM continuam desfrutando a atenção da audiência. Mais que isso: seguem ganhando estima, não param de ser reprisados nas TVs, merecem apresentações regulares em festivais e seus autores, vivos ou não, têm sido com frequência objetos de homenagens e/ou estudos. Os clássicos longametragens de Walt Disney têm sido várias vezes relançados nos cinemas, alcançando bilheteria superiores àquelas das estréias. No mercado de venda de fitas de vídeo os desenhos de Disney batem todos os concorrentes – inclusive os filmes ao vivo.

Tem mais, pelo fato do conceito de *animação limitada* da UPA ter sido promovido no instante em que a televisão ganhava impulso e precisava de programas abundantes e baratos, acabou por gerar consequências desastrosas na nova mídia. Isto porque sua abordagem limitada da animação, que fôra resultado de um valoroso experimento artístico, servia sob medida para a confecção de desenhos animados de baixo custo – por exigir muito menos desenhos, que por sua vez eram também mais simples e portanto não ofereciam dificuldade de produção mesmo por mão-de-obra pouco habilitada. Uma desvirtuação que gerou danos

que se refletem até hoje, sendo a origem da péssima qualidade de um sem número de séries televisivas infantilizadas, que acabaram por criar a idéia de animação como produto de consumo para crianças.

A televisão será responsável por profundas alterações na trajetória da animação. Ocorrem mudanças de foco nas produções. De repente o desenho animado passa a ser encarado como pura distração para o público infantil, uma maneira de dar sossego temporário para os pais. Surgia a “babá eletrônica”. Solomon (1994: 229-230) registra o ano de 1949 como a data em que foi transmitida a primeira série de desenho animado feita para a televisão, *Crusader Rabbit*, realizada através de *animação limitada*. No ano de 1953, através da rede americana CBS, estréia outra série exclusiva para a TV, *Wink Dink and You*, também em *animação limitada*, mas trazendo uma novidade: em certos momentos era pedido às crianças telespectadoras que ajudassem o protagonista mirim (Wink Dink) a resolver um problema. As crianças colocavam sobre a tela do televisor uma folha de plástico especial para conectar uma série de pontos. O resultado era um desenho ou uma mensagem secreta que permitia a continuidade da estória – o primeiro exemplo de programa interativo.

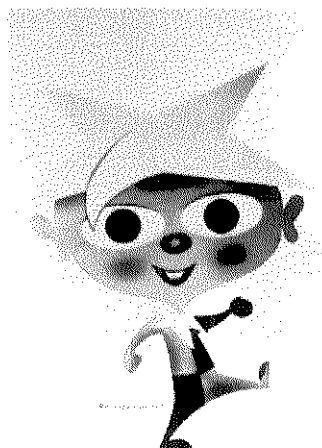


Fig. 87 *Winky Dink and You*.  
Rede CBS, USA (1953).

Estes programas passaram a dividir o espaço na TV com reprises dos antigos curtas para cinema dos personagens de Disney, Warner, MGM, entre outros estúdios de tradição. Novas produções dos “velhos” personagens produzidos em *animação total* enfrentavam a concorrência impossível das precárias séries criadas dentro do esquema de *animação limitada*, produzidas para o público infantil (naturalmente pouco exigente quanto à qualidades artísticas). Os estúdios tradicionais passaram a desenvolver experiências com vista à produções que oferecessem qualidade satisfatória a baixo custo – uma tarefa difícil numa época em que não havia processos para automatização da animação de personagens. A dupla de veteranos animadores Bill Hanna e Joe Barbera acabaram por aplicar a estratégia que se mostrou mais eficiente (Solomon, 1994: 236-237).

O *Sistema Hanna-Barbera* se baseava num movimento simplificado, cuidadosamente elaborado e cronometrado, com ênfase em poses chaves e movimento das extremidades dos personagens. Permitia a reutilização de animações em diversas seqüências, eliminando trabalho e portanto derrubando os custos. Ateleu este esquema à concepções gráficas de personagens bastante originais metidos em histórias agradáveis do tipo comédia/aventura. É

desta conjunção feliz de procedimentos artísticos e técnicos que eles lançaram séries televisivas inesquecíveis (entre o final da década de 50 e início dos anos 60) como *Zé Colméia e Sua Turma*, *Manda Chuva*, *Os Flintstones*, *Os Jetsons*, etc. *Os Flintstones* se transformaram numa coqueluche nos Estados Unidos, sendo a primeira série animada a ocupar o horário nobre – assistir suas aventuras havia se constituído num ritual neste país (Solomon, 1994: 238).

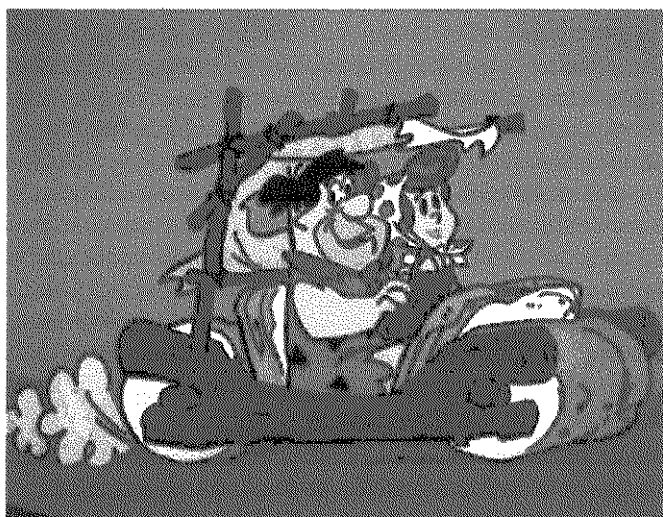


Fig. 88 HANNA/BARBERA. *Os Flintstones* (1960) e *Os Jetsons* (1962).

Ainda assim, a avidez por programação que ocupasse todo o tempo das TVs e o foco cada vez mais direcionado ao público infantil, empurrou a animação para produções insignificantes e incapazes de estabelecer qualquer tipo de identidade artística. Mesmo com eventuais erupções de séries de qualidade, a exemplo de *Scooby-Doo* (1969, também da dupla Hanna-Barbera) ou *A Pantera Cor de Rosa* (1969, do veterano animador da Warner, Friz Freleng – que usou de movimentos mais sofisticados que os comumente aplicados para TV), ou ainda produções especiais inovadoras como *Charlie Brown* (1965, de Charles Schulz, animadas pelos experientes Lee Mendelson/Bill Melendez), uma charmosa e delicada abordagem do mundo das crianças que era um alento positivo ao estilo UPA em cuja dublagem dos personagens pela primeira vez crianças de verdade emprestaram suas vozes; o que se verificou foi a decadência gradual dos seriados, uma acumulação de produções completamente anônimas a serviço do merchandise de fabricantes de brinquedos e/ou produtos licenciados os mais variados.

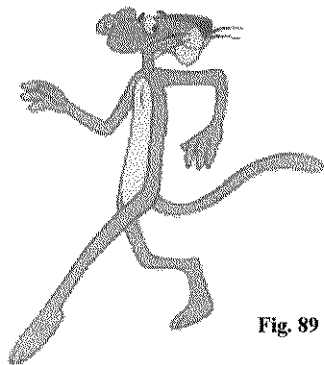


Fig. 89 FRIZ FRELENG. *A Pantera Cor de Rosa* (1969).

Esta situação, que se intensificou a partir do final dos anos 70, estabeleceu um ambiente desfavorável para o conhecimento dos fundamentos da animação quando uma tecnologia revolucionária se colocava para os artistas. Muitos dos iniciantes que nos anos 80 foram apresentados às maravilhas que a computação gráfica oferecia não contavam com referenciais artísticos de qualidade que os orientassem, estimulando-os à busca de formação e treinamento no campo da arte. Não compreendiam que a informática fornecia apenas uma nova técnica (uma ferramenta poderosa, sem dúvida) para fazer filmes e quase tudo o mais que os humanos precisam – só que não pensa, não possui sentimento e nem trabalha por conta própria. Acabaram induzidos a achar que bastava dominar um *software* (o quesito estritamente técnico e básico, destinado, como toda tecnologia, a ser superado sucessivamente) para fazerem obras de arte. Este é o principal motivo que tem levado à proliferação de péssimas animações computadorizadas – a maioria do que se assiste.

Os poucos filmes de animação em longametragem que eram produzidos para as salas de cinema – mantendo um nível respeitável – não pareciam ser suficientes para contrapor-se ao modelo pernicioso diariamente exposto em nossos lares. Mas junto com o florescimento da animação independente (naquele período, paradoxalmente, a animação finalmente começou de fato a ser valorizada como uma forma de arte e multiplicaram-se os festivais e incentivos de órgãos culturais) mais o mercado de comerciais aberto pela televisão, ajudou a manter uma reserva criativa que vai ser responsável pela continuidade do desenvolvimento técnico e estético. Os comerciais garantiram a sobrevivência dos bons animadores alijados do mercado de cinema (tomado pela televisão) e postos fora das produções especiais e séries para TV em vista de não se sujeitarem as regras estéreis que passaram a imperar nesta mídia – que banuiu o que chamamos de *animação de personagem* (a prova de fogo da arte da animação). Mas se os comerciais proporcionavam recursos que possibilitavam soluções expressivas inovadoras (quase sempre surgidas na animação independente), os comerciais não possuem constituição para serem percebidos no mesmo plano estético e narrativo dos filmes de curta ou longametragem.

E Disney continuava sendo a força motriz no âmbito da animação de longametragem. Era o único estúdio capaz de manter a produção regular neste formato, um feito por si só gigantesco, que manteve acesa a chama deste gênero de cinema. Nesta etapa Disney já trilhava um caminho há muito consolidado por ele mesmo. Seria natural, portanto, que não se esperasse mais além do que apenas filmes de boa qualidade (e isto é pouco?). Não que Disney tivesse abdicado das experiências. Elas continuavam sendo apresentadas, mas já não se tratavam de revoluções como no passado.

Podemos citar alguns exemplos. Começemos com *A Dama e o Vagabundo*, filme de meados dos anos 50, auge da onda UPA. Uma estória sentimental tendo cães como personagens principais, em muitas seqüências a câmara é desenhada tomando um ponto de vista baixo, sugerindo um mundo observado a partir da perspectiva canina. O efeito expressivo assim obtido – que faz todo o sentido para o clima do filme – atinge em cheio o espectador. Nos impressiona a nuance com que foi tratada a animação destes personagens, caracterizados numa mescla com o comportamento humano. Quando uma novidade técnica foi introduzida – este foi o primeiro longametragem de animação a fazer uso do sistema de tela larga conhecido como *CinemaScope* (Thomas, 1997: 104) – os artistas tiveram de tirar vantagem (ao mesmo tempo que superar o problema) unicamente pelo tratamento artístico. Por haver mais espaço de cenário, a relação dos personagens quanto a encenação entre eles mesmos mudava, e agora também não se movimentavam contra um fundo móvel, mas atuavam através do cenário. Em vista disso, os artistas tiveram de se superar na aplicação dos

princípios de animação, pois nem desejavam o movimento realista nem a caricatura exagerada. O resultado é magnífico.

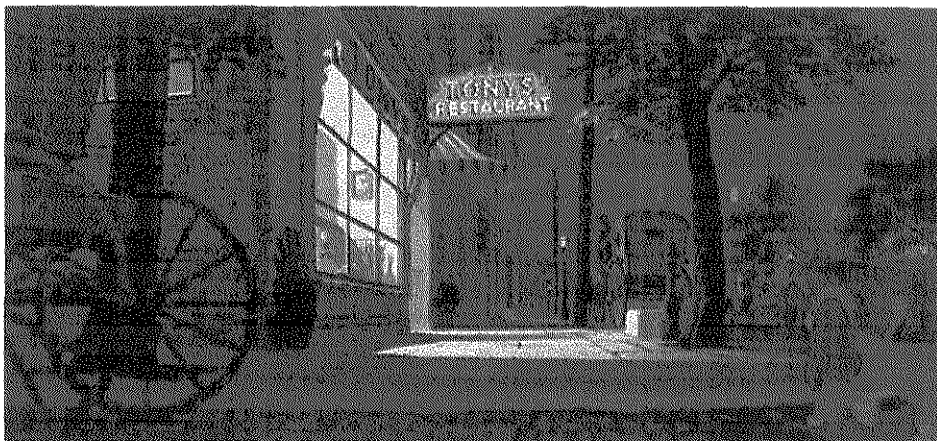


Fig. 90 Walt Disney Studio. *A Dama e o Vagabundo* (1955).

No filme seguinte, *A Bela Adormecida*, lançado em 1959, temos a oportunidade de observar uma obra de Walt Disney em conflito de concepção. Nos seus erros e acertos está a evidência da busca contínua de Disney por sua superação expressiva. A opção de ambientar a estória da Princesa Aurora num cenário medieval fazia todo o sentido. Aliado a suntuosidade dos palácios (conveniente à estória), o design do filme poderia explorar a forma marcadamente estilizada de uma arte daquele período (o Gótico Tardio) – uma ótima oportunidade para trabalhar dentro de uma configuração aparentada do estilo chapado da UPA (embora sem nenhum parentesco com a simplicidade deste), aqui perfeitamente adequado ao tema. Mas o visual extraordinariamente elaborado (arte de Eyvind Earle) é desperdiçado por uma narrativa frouxa e personagens sem personalidades marcantes. O trabalho de animação acaba por refletir essa falta de entrosamento. Numa declaração de Frank Thomas, um dos animadores deste filme, ele aponta para o problema de equacionar o estilo chapado (rígido) com uma mecânica apropriada: “É difícil trabalhar com esse estilo. É muito austero. Você não consegue dar vida ao seu personagem ou a sua animação. Você é preso pelo estilo” (Thomas, 1997: 199).



Fig. 91 Walt Disney Studio. *A Bela Adormecida* (1959).



No lançamento de 1961, *101 Dálmatas*, somos surpreendidos por um desenho espontâneo apenas observável no traço em papel. Com a introdução do *acetato* no desenho animado, entre tantas vantagens que foram proporcionadas havia alguns inconvenientes. Entre esses estava a necessidade de uma nova etapa na já extenuante tarefa de animar: retrair o desenho do papel no acetato – processo que implicava em perda de parte da vivacidade do desenho realmente feito pelo animador (o trabalho de retrair no acetato já era realizado por outra pessoa). O departamento técnico do estúdio veio com a solução para esses dois problemas ao desenvolver uma *máquina fotocopidora*. Sem essa contribuição da tecnologia seria inviável a utilização de cães dálmatas como protagonistas, haja visto o esforço fora do comum para reproduzir, na posição exata, os milhões de pintas pretas dos animais. Ub Iwerks, quando voltou a trabalhar com Disney, além desta máquina que foi resultado de sua adaptação de equipamento Xerox, contribuiu com diversas outras invenções que vinham de encontro ao desejo dos animadores em livrar-se da massacrante produção de um sem número de desenhos necessários à confecção de um desenho animado – como a *truca multihead*, que facilitava a combinação de animação com filmagens ao vivo (Thomas, 1997: 40).

Ub Iwerks então passara a dedicar-se ao desenvolvimento de novas técnicas e dispositivos. Não tinha formação científica. Mas justamente por ser um artista (um dos maiores animadores dessa história) possuía o foco preciso da aplicação de novas descobertas a serviço daqueles que lidam com a construção de imagens.

A história tem provado ser os próprios artistas os principais inovadores técnicos; responsáveis pelo impulso das possibilidades expressivas quer na animação, quer nas artes plásticas. Esta particularidade, ao contrário do que muitos imaginam, estará presente no desenvolvimento da animação computadorizada, embora, como seria de esperar numa etapa de grande especialização do conhecimento, as pesquisas básicas de conceitos científicos e formulação tecnológica que dão suporte aos dispositivos digitais de uso na criação artística seja de responsabilidade de um espectro de profissionais de formação diversificada, com ênfase, naturalmente, na ciência da computação. E técnicas estão sempre aparecendo, mas o importante é a alavancagem que uma ou outra irá proporcionar para a evolução da expressão artística; que deve, claro, ser o interesse primeiro e último de todo artista, em quem repousa esta definição.

Disney jamais deixou de ter esta certeza. Seus filmes de longametragem que fecham os anos 60 – *Mogli*, *O Menino Lobo* (1967) e *Aristogatos* (lançado em 1970) – são exemplos acabados de competência artística e excelência técnica. São filmes que qualquer pretendente a ingressar no universo da animação deve obrigatoriamente conhecer. Não são filmes desbravadores nem técnica nem esteticamente. São simplesmente maravilhosas obras de arte.

Contudo, como a arte não se acomoda, naquele momento Disney vai perder a liderança estética também na animação de longametragem (para só voltar ao posto nos anos 80). Entretanto, a vanguarda continuava com a América do Norte. George Dunning, e principalmente Ralph Bakshi, injetam no cinema de animação o espírito de contestação que contaminara a juventude de todo o mundo naquele período. As implicações estéticas são notáveis. Não só pelas especificidades dos artistas em questão, mas pelo encaminhamento dos filmes para uma audiência mais adulta (e não exatamente do tipo familiar, que constituía o público de Disney). Tecnicamente, nada de novo. *Yellow Submarine* (1968), a obra de George Dunning, um longo vídeo-clip (quando ainda não existia vídeo-clip) baseado nas músicas dos Beatles, nos apresenta uma colorida e eclética mistura visual através de técnicas variadas de animação, como acetato, recortes, rotoscopia, animação de fotografias e processamento de imagens filmadas ao vivo. Apesar deste filme ser uma produção inglesa – Dunning se mudara

para a Inglaterra em meados dos anos 50 (Richard, 1982: 60) – sua formação e grande parte de sua obra foi realizada durante sua longa estada no National Film Board do Canadá, seu país natal, o que lhe permitiu experimentações com diferentes tipos de animação. É muito interessante o movimento das figuras neste filme, que tira partido do design bastante original (concepção de Heinz Edelmann) com ênfase nas formas curvilíneas e onduladas. Algo completamente original – nada da elaboração mecânica de Disney nem tampouco da rigidez e angulosidade do estilo UPA.



Fig. 92 GEORGE DUNNING. *Yellow Submarine* (1968).

A animação se superava uma vez mais, numa genuína comprovação do sentido da Arte e da função maior do artista em ser capaz de absorver as informações oriundas da sociedade e processá-las criativamente a partir de sua ótica particular. O seu produto, ao retornar à sociedade, estará sujeito aos interesses mais variados, mas como arte autêntica que é, certamente contribuirá para o enriquecimento cultural dos povos (sem falar no seu funcionamento como antídoto para a inevitável dureza da realidade; paradoxalmente amplificada com o desenvolvimento tecnológico) – o que habilita as pessoas para uma melhor relação com o mundo. Isto independe da maneira pela qual o artista é visto em sua época e na sua comunidade. Neste sentido a técnica realmente tem pouco a oferecer – e o seu aperfeiçoamento não passa de uma exigência da arte de maneira a se colocar à altura de proporcionar a exata correlação entre a evolução do conhecimento humano e a capacidade que se nos oferece de enxergarmos o mundo.

E no começo dos anos 70, quando a computação continuava engatinhando como ferramenta poderosa e versátil que iria se revelar para a arte, os recursos tradicionais ainda eram suficientes para os artistas animadores continuarem instigando as relações do homem consigo mesmo e com o seu entorno. *Fritz The Cat* (1972), de Ralph Bakshi, surge como o impacto de um torpedo, tamanho o rebuliço que irá detonar. O gato Fritz, criado pelo artista mais cultuado do movimento underground nos quadrinhos norteamericanos (Robert Crumb) surgido pelos idos dos anos 60, é um típico representante daquilo que ficou conhecido como contracultura (um basta à ordem estabelecida, que se acreditava estar corrompida por interesses abomináveis). Mas Fritz, na verdade, só queria se dar bem, o que para ele significava se esbaldar em sexo e maconha. Dá para imaginar o escândalo ! Um público acostumado a contos e comédias inocentes nos desenhos animados, de repente é surpreendido com sexo furioso, violência e racismo descarado. Esta abordagem inusitada da animação despertou a atenção de espectadores então alheios ao que a animação era capaz, estimulando Bakshi a se aprofundar nessa vertente e se transformar no diretor de longas de animação de maior sucesso dos anos 70.

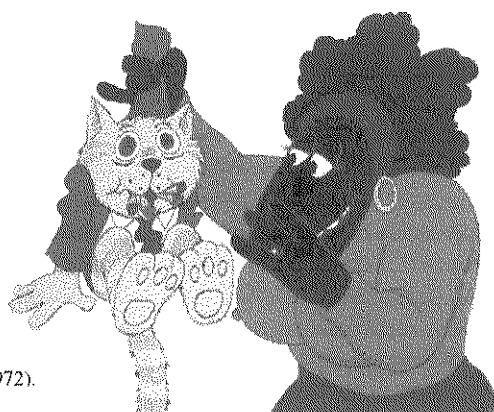


Fig. 93 RALPH BAKSHI. *Fritz The Cat* (1972).

No entanto, apesar do fôlego estético e temática renovada, como dá para perceber, em termos de processos de elaboração plástica e mecânica a animação nos moldes da tecnologia óptica do cinema de película chegara ao limite com Disney. Só algo radicalmente novo em termos técnicos para empurrar os limites expressivos da animação como ele fizera nos anos 30.

Entre os artistas havia o consenso de que à animação era impedido o acesso ilimitado a temáticas adultas, tendo de contentar-se com representações à base de caricaturas. Tudo bem; a arte é um exercício contínuo de superação dos limites impostos pela técnica – por mais desenvolvidos que pudessem parecer, os processos técnicos sempre estiveram aquém das necessidades expressivas da arte. Simplesmente porque esta, como a mente humana, é insaciável. Jamais se satisfaz. Seu prazer está em alcançar o impossível.

Todos sabemos da frustração que sentimos ao não poder satisfazer certos desejos. O artista lida a todo instante com esta situação ao tentar materializar sensações, estados de espírito ou “simples” jorros de imagens. Técnica nenhuma parece suficiente. Como então equacionar o problema? A resposta está numa palavra: disciplina. É isto. O grande desafio do artista é por ordem no caos fenomenológico. E a medida do seu sucesso nesta empreitada é seu nível de satisfação (e do público) frente a obra de arte resultante.

Justamente a disciplina (alcançada por uma mistura de talento, conhecimento, determinação e bom senso) que encaminhou os animadores para o distanciamento da representação realista. Não que eles só almejassem este objetivo – a Natureza é ao mesmo tempo o espelho (referência) e o adversário a ser subjugado – mas a razão técnica impunha a necessidade da simplificação. Por um lado estava a ordem da economia gráfica (agilizar o trabalho dos artistas e permitir a reprodução fácil das figuras) e por outro o bom senso de evitar o naturalismo postiço. Seria contraproducente, sob qualquer ótica, a tentativa de utilizar o desenho animado, através das técnicas tradicionais, para simular o mundo real. Aí temos o melhor e o pior da coisa. Primeiro o melhor: o desenho animado acaba por estabelecer um universo expressivo único, verdadeiramente original. A natureza simplificada do desenho animado exigiu um ritmo próprio de narrativa, igualmente condensada, resultando na agilidade que lhe é característica e sempre esperada pelo público. Como consequência, o desenho animado acabou vítima de sua simplicidade – é a parte ruim. Confinou-se num gueto expressivo onde dele espera-se apenas que nos faça dar boas gargalhadas.

Claro que os animadores eram conscientes do problema. O futuro da animação (sob pena de sua estagnação como arte) estava na liberação do artista da tarefa mecânica de execução de milhares de desenhos, habilitando-o (como o pintor) a transitar por todo o espectro das



possibilidades de configuração plástica e abordagem temática com o mesmo domínio da manipulação dos elementos de sintaxe visual. É a idéia de “ilusão da vida” tão almejada por Walt Disney levada adiante – que é, no fundo, o sonho de todo pintor. E os animadores, que são pintores que optaram por viabilizar este sonho, aceitaram mais este desafio.

E exatamente por estarem à margem do mercado comercial – cujos fracassos não inviabilizam a continuidade das produções – os animadores independentes encontravam-se mais livres para experimentações através de vertentes fora de propósitos por um estúdio comercial (ainda mais na animação, em que a maioria desses estúdios são acanhados financeiramente). Um estúdio como o de Disney poderia investir em pesquisa (como de fato o fez), mas sempre terá sua preocupação de sobrevivência no mercado como um fator limitante de opções a serem testadas (apesar de que o público atual aparenta maior receptividade a ensaios visuais). Não é de estranhar, portanto, que os avanços verificados em direção de uma automatização do processo de animação ocorresse através de artistas subvencionados por organismos estatais e/ou por algumas poucas grandes empresas de tecnologia de ponta. Pela necessidade de conhecimentos especializados, o grosso dessas investigações implicaram na colaboração de pessoas com formação científica – posteriormente assumindo o comando de pesquisas básicas.

Hoje sabemos que a informática (que colocou o computador a serviço da animação) foi a tecnologia vencedora. Mas há 40 anos não se tinha a menor idéia de qual seria o caminho que traria os melhores resultados. Registraremos aqui algumas das tentativas que visavam soluções automatizadas para a animação sem aplicação de conceitos computacionais (por *automatizado* entenda-se a geração de animação a partir de informações ou procedimentos chave introduzidos pelo artista que possibilite a execução das imagens por processos mecânico, óptico ou eletrônico – analógico ou digital). Em vista da revolução proporcionada pela computação na animação e exatamente por termos com este estudo o desejo de verificar a extensão de sua utilização como ferramenta artística, o histórico de seu desenvolvimento neste campo será tratado à parte nos capítulos seguintes .

Halas e Manvell (1979) nos fornecem um apanhado das tentativas de abreviação ou automatização da animação fora do âmbito da computação. Os procedimentos envolviam desde soluções simples e baratas até sistemas complexos e caros.

Seria natural que muitas dessas tentativas continuassem na trilha do aperfeiçoamento dos processos então em uso. Foi o caso da *fotocopiadora* concebida por Ub Iwerks que realmente se constituiu num avanço. Outras técnicas esbarraram na limitação do seu emprego. Aliás, sempre que se tentou procedimentos que implicavam na limitação expressiva da animação, não demorava para se verificar a inviabilidade da aplicação. É curioso como após o advento da Arte Moderna se disseminou a idéia do menos como sendo mais. Este conceito (vigoroso) que emergiu no seio do desenvolvimento científico e não significa em absoluto a negação da validade da abundância quer de conhecimentos, quer de recursos ou qualquer outra coisa que implique em variedades, opções de escolha, foi escandalosamente deturpado na arte em nome da conquista de um tal espaço plástico polidimensional que efetivamente jamais significou coisa alguma.

Vejamos a técnica do uso de *lápiz à base de plástico de diferentes cores* (Halas; Manvell, 1979: 148). Com este lápis o animador podia desenhar diretamente no acetato, eliminando a fase intermediária de limpeza do esboço. Nos surpreende o fato de os autores que descrevem esta técnica a saudarem como uma contribuição significativa para o futuro da animação. Ora,

eliminar a fase intermediária entre o esboço do animador e o retraço no acetato é bastante comprometedor tanto para o design quanto para a mecânica do movimento. Afinal, é nesta fase intermediária que se apura o desenho e se realiza o *pencil test* para corrigir eventuais falhas de animação. Foi uma das maiores contribuições de Disney para o aprimoramento da animação e serviu de base para algoritmos que proporcionaram o conhecido, apreciado e fundamental “preview” nos programas de animação computadorizada. Além do mais, na agilização da etapa do processo de transferência do desenho para o acetato, a invenção de Ub Iwerks, concebida pelo menos 15 anos antes, era infinitamente superior.

Este exemplo demonstra como seria pouco produtivo insistir através de instrumental analógico. O que não quer dizer que não tivemos invenções compensadoras – ainda que por um tempo determinado viabilizaram trabalhos interessantes. Mais significativo é que os inventos de maior futuro apontavam para o uso de tecnologia eletrônica.

Num olhar sobre alguns dispositivos concebidos por volta de uns 30 anos atrás, estes poderiam ser perfeitamente agrupados ao lado do *Teatro Óptico* de Emile Reynaud (embora sem a sua importância), pela engenhosidade dos sistemas e pelo fato de optarem por tecnologias convencionais – o que os colocaria como típicos representantes de tecnologias transitórias que subsistem por pouco tempo, até que algo realmente inovador aconteça. Para a arte a contribuição é quase nenhuma, ainda que causem sensação momentânea.

Começamos pelo *animascope* (Halas; Manvell, 1979: 312), desenvolvido por Leon H. Maurer e Harry Wuest. Neste sistema atores reais são vestidos como se fossem personagens de desenho animado e fotografados normalmente. Em laboratório este material era processado, de maneira a alterar cenários e introduzir efeitos de cartum. O movimento, claro, é o mesmo de personagens ao vivo, o que, segundo seus inventores, permitiria a produção de “desenhos animados” de ação mais complexa e caracterização mais detalhada, economizando tempo e dinheiro. Não poderia mesmo ir para frente – ao menos como animação. É a própria subversão do conceito de animação como movimento criado e não gravado (como é no cinema ao vivo). Mas se percebe sua utilidade para obtenção de efeitos especiais no cinema ao vivo.

O sistema que ficou conhecido como *technamation* tirava partido da sensibilidade do filme à luz, a qual lhe era aplicada sob forma polarizada. Para isto se utilizava filtros de polarização da luz, alternando ângulos para variação da incidência dos raios. Com a progressão das mudanças se criava a ilusão de movimento. Ainda que este fosse um sistema simples, estava limitado à tecnologia óptica e não era adequado a obtenção de desenhos precisos.

Um equipamento que pretendia efetivamente solucionar o problema da grande quantidade de desenhos que o animador era obrigado a realizar por segundo de filme (24 imagens), foi o *animógrafo*, concebido pelo francês J. Dejoux sob os auspícios da Société Française d’Optique et de Mécanique, e do Service de la Recherche de la Radio-Télévision Française (Halas; Manvell, 1979: 313). Utilizando filme de 70 mm, o animador desenhava a primeira imagem diretamente no filme. Por sua vez esta imagem atravessava um espelho polaróide rotativo colocado num ângulo de 45 graus entre dois obturadores, instantaneamente fotografada. O espelho rotativo permitia a passagem de uma imagem de cada vez. As demais, subsequentemente, eram misturadas por meio de um disco polaróide acionado a uma velocidade controlada pelo animador. Para um segundo de ação o animador precisava desenhar apenas três ou quatro imagens. Os autores que descrevem o processo são os primeiros a reconhecer a falta de precisão e detalhamento desse sistema.

Halas e Manvell ainda descrevem *sistemas de projeção* – impulsionados por Feiras Mundiais às quais se pretendiam uma amostra das tendências tecnológicas – que teriam

servido como estímulo às técnicas de animação (1979: 314–315). Eles enumeram *sistemas de telas múltiplas*, como o *The Searching Eye*, do desenhista Saul Bass, produzido para a Kodak e utilizado na Feira de New York em 1964. A imagem era projetada numa tela tríplice e disposta de tal modo que parte de uma tela podia ter nas outras seu contraponto visual. As imagens eram combinações de cenas ao vivo, animações e efeitos especiais, geralmente causando grande impacto visual. Se tratava, claro, de um projeto de design que tirava partido de imagens em movimento com fins propagandísticos. Pura pirotecnia.

Mesmo um sistema bem complexo como o inventado pelo tcheco Josef Svoboda (chamado de *Polivisão*) e constituído de 8.000 slides, oito filmes e trinta e seis telas, pouco ou nada tinha a oferecer ao processo criativo e de produção do filme de animação – ao contrário do *cinemascope*, por exemplo, que ofereceu uma contrapartida para exploração artística. São ótimos para shows que buscam a todo custo chamar a atenção do espectador (da mesma forma que um espetáculo de fogos de artifício), uma estratégia que foi sendo aperfeiçoada na onda crescente (e perturbadora) da exploração do marketing. O próprio Svoboda, ainda naquela época, se superou ao apresentar o *diapoliécran*, demonstrado na Feira de Montreal (1967). Este sistema utilizava 112 telas, compondo um telão de 7 X 10 metros. As telas individuais eram cubos tridimensionais que se movimentavam enquanto as imagens eram projetadas por centenas de projetores de slides instalados a dois no interior dos cubos. Fusões de milhares de imagens, reforçadas por espelhos e luzes coloridas rotativas, certamente produziam um impacto tremendo (posteriormente, este tipo de recurso visual encontrará seu espaço nos parques de diversões e salas especiais de entretenimento, já tirando partido da tecnologia digital com adição de efeito 3D em telas gigantescas).

Entretanto, as contribuições que se aproximavam – e de certa maneira até antecipavam – o futuro da animação, vinham sendo experimentadas por animadores tradicionais de reconhecido talento. Apesar da experiência com técnicas tradicionais de animação, estes artistas que primeiro abordarão as possibilidades de automatização da animação (e alguns já tocando no quesito da eletrônica) tinham em comum o interesse por padrões abstratos. Seria mesmo natural que pesquisas no âmbito da automatização tivessem início nesse domínio da imagem, haja visto o descompromisso aí inerente com diversos fatores muito complexos que precisam ser considerados na construção e animação de personagens. Afinal, é muito mais simples fazer um círculo expandir-se ou mover-se de um lado a outro da tela (aqui basta um só desenho, fotografado a pequenos intervalos) do que conseguir uma figura humana caminhando com seus trejeitos particulares (que implica numa forma difícil de desenhar, poses diferenciadas, interferência da perspectiva – com exigência de sutis deformações que se encarregam de proporcionar naturalidade, charme e personalidade ao personagem).

Os animadores que trabalhavam com imagens abstratas utilizavam profusamente a técnica da *animação de recortes* (e suas variantes). Por este processo se consegue animar rapidamente configurações abstratas com resultados estéticos consideráveis. Tanto na fase de animação, como na etapa posterior de pós-produção, pode-se incrementar tratamentos visuais que visem a enriquecer o produto final.

O uso de recortes seria uma maneira de agilizar a produção de animações sem a necessidade de ter de fazer 24 desenhos ou mais por segundo de filme. Sem dúvida se constituiu numa das primeiras e mais eficientes (ainda que com emprego limitado) tentativas em direção a automatização.

Não demorou para que os animadores abstratos inventassem máquinas que assumissem a tarefa de confeccionar padrões gráficos sob o controle de cronômetros que ativavam o mecanismo da câmara para registro automático da imagem. Lembremos da engenhoca

desenvolvida por Oscar Fischinger para fatiar blocos de cera com estrias multicoloridas. Outro importante animador, Douglas Crockwell, se utilizou desse sistema de automatismo adaptando-o às suas conveniências formais, embora também fazendo uso de blocos de cera.

Um sistema bem mais sofisticado foi o inventado pelo casal de animadores Alexander Alexeieff e Claire Parker. Mesmo não tendo priorizado a animação abstrata em suas obras, em 1951 eles apresentaram uma técnica chamada de *animação totalizada*, voltada para obtenção de animações não figurativas – ainda assim em casos bem específicos (Alexeieff, 1988: 93). Nesta técnica, ao invés de fotografar a imagem parada, como é o caso normal do processo frame-a-frame, faz-se com a mesma em movimento. Mas esta é uma imagem especial – trata-se do que os realizadores chamaram de *sólido ilusório* (produzida por um sólido real), que se movimenta controladamente em frente a um fundo negro e fotografado em exposição prolongada. Um equipamento eletromecânico controla desde a geração do movimento até a abertura e fechamento do obturador da câmara. Apesar da efetiva originalidade técnica e estética desse sistema, a exemplo de todos os outros que não se basearam em princípios computacionais, pereceu em vista da limitação tecnológica e expressiva. Entretanto, aqui está presente a opção cibernética que já vinha se colocando como solução para o problema da automatização da animação.

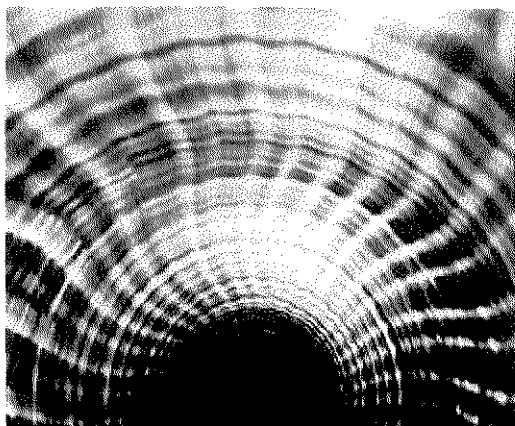
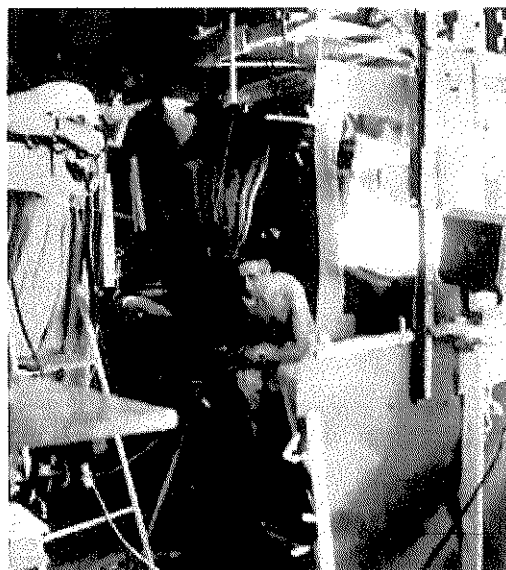


Fig. 94 ALEXANDER ALEXEIEFF / CLAIRE PARKER. Os artistas filmando uma sequência em *animação totalizada* e a imagem obtida acima (1960).



Já nos anos 30, quando a artista norteamericana Mary Ellen Bute decidiu-se por trabalhar com animação, este direcionamento fôra determinado pelas possibilidades do movimento como fator primário de expressão plástica e – o que é incrível – vislumbrando o potencial de seu controle eletrônico. *Abstronics*, palavra derivada de “abstractions” e “electronics”, será o termo empregado pela artista para batizar seus primeiros filmes a fazer uso de equipamento eletrônico.

No início, não satisfeita com os resultados obtidos com dispositivos ópticos, Mary Ellen, após concluir seus estudos na Academia de Artes da Pensylvania, propôs a Leon Theremin (pioneiro especialista em eletrônica) a idéia de desenvolver um sistema para o livre controle da luz e formas em movimento, sincronizada com o som. Depois de um ano trabalhando juntos (o mais antigo registro que encontramos de colaboração entre artista e cientista na pesquisa pelo uso da eletrônica como ferramenta de desenho), eles demonstraram e publicaram a tese intitulada *The Perimeters of Light and Sound and Their Possible*

*Synchronization*, em janeiro de 1932 (Bute, 1988: 104). Na mesma época, Mary Ellen começou a trabalhar com o pintor, músico e matemático Joseph Schillinger usando a teoria de composição matemática deste aplicada a arte cinética. Chegou a fazer um filme sobre curva parabólica (1938). Mas a solução prática para o seu propósito de animação em moldes eletrônicos surge a partir do interesse do cientista Ralph Potter, da Bell Telephone Laboratories, pelo trabalho da artista. Nas próprias palavras de Mary Ellen Bute, “era novamente uma oportunidade de recrutar um cientista para encontrar maneiras pelas quais fosse possível empregar uma fonte de controle da luz como instrumento de desenho” (Bute, 1988: 105). Mary Ellen disse ao cientista que há muito pensava, para isto, em usar o *osciloscópio* (aparelho eletrônico que era usado para testar rádio, TV e equipamentos de radar). O Dr. Potter, que também estivera pensando nesta solução, projetou um circuito com o propósito de aplicação artística para o osciloscópio. Com este aparelho, mexendo em botões e interruptores, a artista podia “desenhar” com feixes de luz. Enquanto as figuras iam sendo produzidas na tela do osciloscópio, uma câmara ia fotografando-as. Mary Ellen foi criando um repertório de formas a partir das mudanças e controle dos impulsos elétricos que podiam ser manipulados em ritmos de tempo predeterminados, sendo combinados ou alterados posteriormente. Movimentos curvilíneos no espaço plástico (como as “curvas Lissajous”, descobertas pelo cientista francês Jules A. Lissajous, resultantes da combinação de dois movimentos harmônicos) permitiam elaborações coreográficas. As figuras podiam ser movidas em qualquer direção, obtendo-se formas bastante variáveis. Mais ou menos luminosidade podia ser controlada, daí sendo até possível obter sombreamento. Já no filme, as imagens podiam ser coloridas à mão.

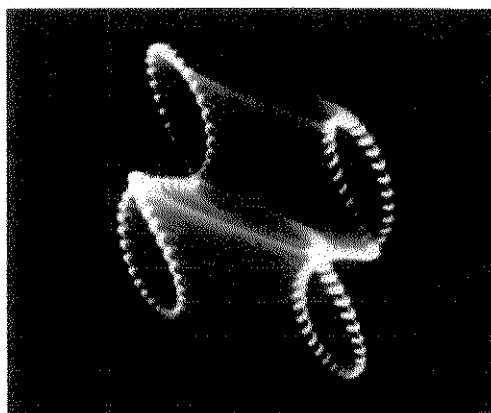


Fig. 95 MARY ELLEN BUTE com o *osciloscópio* e um fotograma de *Abstronic* (1954).

Naquele período Norman McLaren (no National Film Board do Canadá) também vinha utilizando o *tubo de raios catódicos* para obtenção de padrões gráficos a partir de impulsos elétricos. Como vimos, esta foi uma das técnicas utilizadas para a criação dos seus filmes em 3D no princípio dos anos 50.

E da mesma forma como aconteceu com outras técnicas, estes processos seguiram sendo aperfeiçoados por artistas e cientistas, a despeito de não embutirem princípios computacionais que nesta altura dos acontecimentos já vinham sendo incorporados em equipamentos analógicos de produção gráfica (John e James Whitney) e mesmo já se encontravam presentes em sistemas gráficos digitais com finalidades militares (Massachusetts Institute of Technology). Até porque, como se tem verificado, o surgimento de uma técnica necessariamente não inviabiliza outra. Ainda mais quando um processo promissor enfrenta

uma série de empecilhos iniciais que implicam em demora no oferecimento de resultados inquestionáveis como ferramenta de futuro – como a computação aplicada à animação, que apenas nos anos 70 deu mostras do que seria capaz. Isto injetava ânimo em procedimentos aparentemente não mais viáveis.

É o caso do *traçador de ectoplasmas*, inventado por Arcady, que seria um exemplo de reciclagem do uso do oscilógrafo de raios catódicos, quando já se tinha entrado nos anos 70 (Halas; Manvell, 1979: 313). Esta sobrevida foi conseguida a partir de uma adaptação mecânica em que se podia combinar os efeitos especiais de iluminação com fundos estáticos que podiam ser dispostos em camadas, no chamado sistema de múltiplos planos. Neste dispositivo a luz era interrompida e projetada num espelho oscilatório que refletia os raios numa tela translúcida, na qual se integravam com os fundos estáticos. Havia ainda a possibilidade de conseguir ricas combinações de texturas, interpondo-se, na trajetória da fonte de luz, filtros e máscaras também sujeitos a movimentos controlados.

Isto que podia parecer um anacronismo do cinema de animação, a alegação de uma tendência de se apegar a procedimentos arcaicos, demonstra, pelo contrário, a riqueza de opções sempre estimulada quanto aos recursos expressivos disponíveis a esta arte, associada a uma busca sem trégua pelo aprimoramento tecnológico – o que dá respaldo a afirmação corrente de que o grande momento da animação ainda estaria por acontecer.

Quando verificamos as produções no âmbito da animação independente nos anos 60 e 70, fazendo uso dos mais variados procedimentos técnicos (analógicos e/ou digitais) expandindo conceitos de percepção e da lógica não narrativa no cinema, compreendemos a exata importância daquilo que se encontra por trás dos princípios fundamentais da animação: sua completa artificialidade. Esta característica, na qual está implícita toda a vasta flexibilidade de manipulação da imagem animada, é que deveria governar o desenvolvimento de qualquer aparato técnico que visasse à produção automatizada da animação sem retrocesso de suas conquistas artísticas. A computação está levando a cabo esta façanha.

Justamente pelo que a computação tem significado como ferramenta transformadora técnica e esteticamente para a animação – sendo a motivação principal deste estudo – e por questão de ordem didática, seu desenvolvimento histórico será tratado nos capítulos seguintes como tópico central. Apesar de passar a privilegiar o foco numa técnica específica (com vista a melhor compreensão de sua importância e posicionamento no universo da animação), seguiremos com o registro de produções significativas realizadas de modo tradicional ou com o apoio da nova tecnologia – num paralelismo que servirá até como demonstração de que o processo digital veio para substituir (com vantagens) o processo analógico do tipo óptico que viabilizou tecnologicamente a animação, mas não alterou seus fundamentos artísticos. Melhor que isso: os reafirmou – o que, se demonstra o governo da estética sobre a técnica na arte, também reforça a mais completa interdependência.

Propositadamente deixamos para abordar a contribuição dos irmãos Whitney para o capítulo II, referente ao desenvolvimento da animação feita por computador, mesmo que seus primeiros trabalhos fossem alternativas ainda não computadorizadas em direção a automatização de filmes animados. Ocorre que aí já se percebia a antecipação da aplicação de conceitos computacionais na regulação do instrumental e sua maneira de compor gráficos abstratos com uma estrutura de tempo como na música, em que se baseava em princípios matemáticos simples que por sua vez ofereciam grande variedade de alternativas.

## CAPÍTULO II

### 2. DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO POR COMPUTADOR (1ª Parte)

Não se pode deixar de considerar que quando do advento da computação – e da computação gráfica em particular – já temos toda uma história de imagens intermediada por meios técnicos (estáticas e em movimento), e isto, naturalmente, sugere uma condição crítica completamente diferente de quando do surgimento dos primeiros dispositivos a lidar com a geração e animação de imagens. Muda o tipo de expectativa face ao contexto cultural e tecnológico: tende-se a ser mais exigente em todos os aspectos, e a desconfiança (neste sentido positiva) transforma-se num desafio adicional a ser superado. É a garantia – da parte dos artistas engajados num mercado cada vez mais competitivo – de resguardar-se contra uma possível falsa expectativa, quando já se dispõe da segurança de sistemas tradicionais que, dentro de suas limitações, comprovadamente funcionam.

Esta situação acabou por propiciar a difusão inconsequente de uma inacreditável inverdade: que os artistas seriam refratários à tecnologia (Moles, 1990:133). Nada mais inverossímil e insustentável – como largamente comprovamos ao longo do primeiro capítulo e reafirmaremos durante este segundo. A verdade é que os artistas encarnam a parcela humana mais interessada pelas possibilidades tecnológicas, e pela própria natureza imaginativa de sua atividade sempre estiveram à frente de todos na concepção de novos artefatos, antecipando-se à realidade e instigando a ciência para correr atrás da arte.

Ocorre que nas últimas décadas, enquanto se travava uma renhida batalha pelo domínio estrutural dos primeiros sistemas de computação gráfica, a atenção foi mais uma vez atraída para os efeitos da técnica (de novo compreensivelmente), gerando interpretações de toda ordem – sempre condicionadas pelos interesses dos grupos em discussão. Outra vez precisaríamos superar entraves tecnológicos (agora de natureza digital) para recolocar o foco no que realmente devia guiar nossa preocupação: a criação artística.

Infelizmente, no princípio as forças de mercado estiveram dificultando este entendimento; mas o próprio mercado, agora que a indústria de informática começa a ultrapassar a fase de afirmação tecnológica básica (compreendida por este primeiro meio século após a construção dos primeiros computadores nos anos 40), parece iniciar uma etapa de distensão, favorecendo a que todos voltem a enxergar a realidade do mundo – o que significa que, apesar da onipresença de dispositivos digitais, o que realmente importa é o pernil assado (e não a “inteligência” do *chip* do forno de microondas); é a partida de futebol (e não a chuteira desenhada e manufaturada em sistema CAD/CAM); é a notícia (e não a transmissão digitalizada da voz do locutor); é, enfim, a arte (e não o algoritmo por trás da ferramenta do programa de pintura).

Durante anos se manteve um acirrado debate em torno desta questão – muitos levando a discussão (e tirando vantagem disso) para pantanosos estratos de abstração intelectual que em nada contribuía para o objetivo de fazer arte utilizando os novos recursos que a computação colocava à disposição. No entanto, todo o tempo, aqueles artistas de sólida formação e treinamento em práticas clássicas seguiam respondendo com as criações que as ferramentas que tinham à mão permitiam; e desta forma iam definindo os destinos da cultura visual do final do século XX.

Não existe mais mistério como nos primórdios da animação. Para o uso de instrumentos digitais bastaria apenas que eles se tornassem viáveis. A partir de então seriam integrados às



opções do artista, a quem recai toda a responsabilidade pela exploração do seu potencial de expressão plástica.

Em meados de 1984, quando a computação gráfica já oferecia um conjunto de tecnologias que propiciava uma abordagem razoável quanto à manipulação dos elementos visuais e aplicação dos princípios de animação, era publicado um artigo na revista *Computer Pictures* que trazia um título instigante: *Poderia a Animação Clássica de Disney ser Duplicada no Computador?* Aos incautos que, apressadamente, poderiam tomar esta frase como mais uma tentativa de embate contra a evidente "superioridade" da tecnologia digital, bastava passar os olhos nas primeiras linhas para se desarmar o espírito, pois o autor logo anunciava que a mais importante diferença entre a animação clássica e a computadorizada não era técnica, mas *artística*. Quem escreveu isso foi Frank Thomas, um dos talentosos integrantes do famoso grupo de animadores do estúdio de Disney conhecidos como "The Nine Old Men".

É incrível, mas parece que poucos conseguiam enxergar esta óbvia constatação – cegos pela divulgação inconseqüente a respeito de "máquinas que desenhavam" (Moles, 1990:12). Acontece, como também dizia Frank Thomas, que muitos dos cientistas, engenheiros e mesmo artistas formados no uso de computadores desconheciam os "ingredientes" por trás da criação artística.

Como dá para perceber, tem sido este o ponto de vista que estivemos defendendo ao longo do primeiro capítulo – que a despeito de contribuições técnicas variadas, só temos arte quando os recursos da linguagem plástica se sujeitam aos desígnios de um indivíduo com conhecimento e habilidade para a exploração sintática das infinitas possibilidades de expressão visual.

Com a computação gráfica isto não vai ser diferente. Apenas num primeiro momento, resultado da dificuldade de criação visual com os primeiros sistemas de computação, os esforços foram direcionados para o processo de pesquisa de viabilização da construção plástica digital, ao invés de preocupar-se com qualidade formal e sentido das imagens geradas com esse propósito – para onde, aliás, está se transferindo o desafio: a elaboração de uma estética(s) que estabeleça o paralelo mais adequado com a cultura que se vem esboçando.

A fim de descartar qualquer conjectura que por acaso possa emergir na mente do leitor durante este relato crítico que implique em questionamento da validade do ponto de vista aqui defendido, antes de avançarmos vamos supor uma condição que, pelo menos nesta época, pertence ao reino da pura fantasia: que o ápice do desenvolvimento da computação, aliado a outras áreas revolucionárias da ciência, como a biotecnologia, produza seres biônicos (criaturas sintéticas híbridas dotadas de verdadeira forma de inteligência e banco de memória infalível) capazes de se relacionar e competir com os humanos em tarefas criativas. Estas criaturas certamente seriam abastecidas com a mesma base de dados com as quais somos biologicamente dotados para a percepção do mundo, possuindo sensores que simulariam nossos sentidos, processando as informações (certamente mais rápido) de uma maneira também similar às conexões do nosso cérebro.

Desta forma, se a estimulação sensorial perante qualquer coisa for baseada em princípios humanos, no caso de produção artística – na posição de realizadores – estes seres artificiais teriam de fazer uso dos mesmos elementos visuais básicos que nós também utilizamos para a elaboração plástica (linha, superfície, volume, luz e cor), fazendo uso das ferramentas e procedimentos mais adequados para a consecução de seu propósito estético, conseqüentemente submetendo-se aos nossos critérios de apreciação. Ou seja, ao nível mais



avançado que a ciência/tecnologia possa alcançar, no que diz respeito as questões fundamentais que envolvem expressão artística, em essência não se altera praticamente nada – dentro, lógico, da idéia de arte em vigor.

Posto assim, acreditamos que se elimina de partida uma sensação desconfortável por estarmos discutindo possibilidades expressivas em cima de recursos técnicos transitórios. Portanto, mais que nos interessarmos pelo domínio dessas tecnologias passageiras (pacotes gráficos digitais), devemos ter atenção ao desenvolvimento da computação gráfica nas estratégias de lidar com o objetivo maior de alcançar uma condição superior na manipulação dos elementos básicos de sintaxe plástica e mecânica de animação. Se configura, pois, uma evidência notável de como os conceitos essencialmente artísticos se colocam como guia para as alternativas tecnológicas.

Veremos como o desenvolvimento de processos digitais irão se desenvolver como tentativas de assimilação de procedimentos tradicionais fundamentais, que vêm reforçar a importância de os conhecermos, pois a tecnologia digital gravita em torno deles – opções tecnológicas são descartadas por outras que, num determinado momento (por motivos de ordem econômica, científica, cultural e técnica, naturalmente) supõe-se lidar melhor com os conhecimentos artísticos na elaboração plástica e aplicação dos procedimentos mecânicos de encenação. Isto irá nos instrumentalizar para, de maneira rigorosa, verificarmos até que ponto a inovação técnica digital se traduz em criações visuais que de fato possam determinar um passo adiante frente as conquistas artísticas conseguidas anteriormente – e mesmo na época atual – fazendo uso de procedimentos tradicionais. Neste sentido nos será de grande valia uma exposição em contraponto das formulações intermediadas por computador com a arte produzida através de recursos analógicos. Daí que nosso interesse vai além da compilação da história da computação gráfica.

Conhecer a história da computação (e no nosso caso, da computação gráfica em particular) nos permitirá entender o porque de determinadas linhas de pesquisa e mecanismos de investigação científica; como também o motivo de algo ter acontecido de determinada forma e envolvendo que tipo de profissional – o que evita afirmações equivocadas a respeito do que seriam conquistas técnicas ou artísticas (frequentes quando se trata de áreas novas do conhecimento, ainda mais num período em que o marketing dá o tom dos discursos – inclusive os científicos), nos capacitando a um julgamento sem o risco do modismo; um julgamento responsável e sensato, baseado – como deve ser numa discussão para o usufruto da arte – em imperativos de ordem artística.

Portanto, o enfoque deste capítulo (e do seguinte) parte do desenvolvimento técnico-científico por trás da tecnologia da computação que visa apreender a representação imagética e os procedimentos para lidar com estas imagens. Isto vai propiciar uma ótima oportunidade para o correto enquadramento destas investigações tecnológicas de caráter digital no âmbito da arte – onde verificaremos a extensão de sua flexibilidade nas formulações visuais.

Perceberemos dois momentos distintos para a arte/animação através de recursos digitais: um período pioneiro de grande esforço científico em que se estabelecem conceitos gráficos digitais básicos (modelagens, mapeamentos, iluminação, técnicas de *render*, modelos de cor, sistemas de animação, etc.) e cujo ápice artístico é o filme de longametragem *Tron* (Walt Disney, 1982); e a etapa seguinte de adaptação, aprimoramento, que tem início com a disponibilização para o mercado de programas comerciais de animação 3D (*Wavefront*, 1984), cujas conseqüências estão melhor representadas no filme de longametragem brasileiro em

animação 3D *Cassiopeia* (Clóvis Vieira, 1996), totalmente gerado no computador e utilizando a popular plataforma PC. Embora os anos 80 forme, ao lado das décadas de 60/70, a fase das tecnologias fundamentais da computação gráfica.

Acontecimentos recentes como a massificação de programas gráficos 2D/3D que incorporam tecnologias amadurecidas (o que não significa um procedimento definitivo para determinada abordagem de elaboração formal em ambiente digital), fusões de empresas de computação gráfica, estrutura organizacional de novos estúdios que atuam na área de animação, entre outros fatos, não chegam a caracterizar o início de um terceiro momento para a arte que se utiliza de ferramentas digitais. Antes apontam para o estabelecimento de uma situação em que efetivamente se verifica a mudança do maior esforço científico do primeiro período para um total empenho artístico baseado na recuperação de ensinamentos clássicos de maneira que possa explorar todo o potencial do atual estágio da tecnologia digital – e isto deixa claro o quanto ainda a tecnologia precisa evoluir (tanto em termos de *hardware* quanto *software*) para que se atinja uma condição realmente satisfatória para a expressão autêntica do artista criador. O que ficará inclusive mais evidente por pautarmos nosso relato sem deixar de considerar as produções visuais realizadas através de instrumentos tradicionais, os quais, por se constituírem verdadeiras extensões do homem (tamanho a naturalidade com que os manipulamos), esta expressão autêntica se manifesta.

Poderíamos, para fins didáticos, lançar mão de alternativas variadas para demarcar as etapas da evolução da computação gráfica. Os estudiosos da ciência da computação costumam se valer da capacidade de processamento de *hardware*, aparecimento de linguagens de programação e outras conquistas do gênero para delimitar períodos. Outros autores, de áreas específicas, procuram alternativas mais condizentes com o impacto em seus respectivos campos. Halas (1983:6), por exemplo, estabelece para as aplicações gráficas a classificação por “estágio”, baseado na capacidade de geração e tratamento de imagens. Assim teríamos o *primeiro estágio*, proporcionado por uma interpretação visual baseada em linhas pretas e brancas; o *segundo estágio*, que teria proporcionado a aplicação de escalas de tons, cores e filtros variados; o *terceiro estágio*, que viabilizou sistemas especialmente construídos para animações coloridas contínuas, concebidas para eliminar os entraves do próprio processo computacional como também os custos do método de animação tradicional em acetato.

Constatamos, porém, ser muito cedo para demarcar períodos por conquistas tecnológicas quando, num exercício de distanciamento histórico, verificamos que apenas agora, com o advento da Internet gráfica e o efetivo início da popularização do computador (ainda contando com precários recursos de multimídia e comunicação, a exemplo de problemas de conexão e velocidade na rede mundial ou transmissão truncada de vídeo), enxergamos que tudo que veio antes disso pertenceria ao que acreditamos ter sido o primeiro ciclo da evolução da informática – que se completaria justamente neste fim de século; além de não representar uma alternativa significativa para o campo da arte.

Tampouco poderíamos lançar mão de conquistas estéticas em vista da aplicação da tecnologia digital para geração de imagens como forma de marcar uma evolução da computação gráfica. Ao invés disso tivemos essencialmente uma ferrenha batalha sendo travada para se conseguir a representação mais fiel possível da natureza e a conquista da fluidez do movimento – características que a tecnologia analógica já oferecia. Ou seja, trata-se de avanços técnicos (ainda que prenes de possibilidades artísticas), mas que, evidentemente, não nos diria muito se os demarcasse, por exemplo, pelo nível do *rendering* oferecido; ou pela

quantidade de *bits* processados por vez (outra referência utilizada pelo pessoal da ciência da computação).

Preferimos, portanto, a solução mais simples do avanço demarcado por década acompanhado de uma definição curta que melhor traduza cada etapa para o propósito da expressão artística. A exceção fica por conta do primeiro tópico, que chamamos “Conceitos Básicos e Antecedentes da Computação”, em que apresentamos os princípios fundadores e fazemos um apanhado das mais importantes contribuições que redundaram na construção do computador eletrônico digital.

Tratando-se, enfim, de um estudo do universo digital que busca verificar as conquistas e possibilidades de construção e animação de imagens a partir de um interesse completamente voltado para a expressão visual, teremos a preocupação em enfatizar marcos artísticos que bem caracterizem as etapas vencidas neste desenvolvimento inicial da computação gráfica.

## 2.1. Conceitos Básicos e Antecedentes da Computação

Dependendo de certos critérios e abrangência de interesses, a *computação gráfica* poderia ser definida de várias maneiras. Podemos ir desde definições pontuais no âmbito da ciência da computação até definições genéricas em que a simples aparição de uma imagem na tela de um equipamento de computação já constituiria a participação da computação gráfica.

A ISO (International Standards Organization) define a computação gráfica como sendo o “conjunto de métodos e técnicas de converter dados para um dispositivo gráfico, via computador” (Gomes; Velho, 1994:1), um tipo de conceituação tecnicamente correta, mas que sugere pouco se considerarmos o imaginário coletivo que as imagens produzidas digitalmente já despertam.

Uma definição mais adequada para os propósitos da utilização da computação com fins artísticos nos é oferecida por Isaac V. Kerlow e Judson Rosebush: “computação gráfica é a arte e a ciência em que o computador é incorporado no processo de criação e apresentação visual” (Kerlow; Rosebush, 1994:VIII). Sendo o computador um instrumento versátil para lidar com informações, cabe a computação gráfica permitir que esta flexibilidade – na forma de ferramentas de geração e manipulação de imagens – possa ser utilizada na concepção de produções artísticas nos mais variados formatos, dentre os quais se destacaria a animação. A expressão *animação computadorizada* vem a ser tão somente o processo de realização da animação através das técnicas de computação gráfica, que envolve o tratamento codificado das imagens. Na formulação desta codificação e conseqüente necessidade de invenção de dispositivos para viabilizar o manuseio destes códigos inadequados a lida direta pelo homem, se ergue a fascinante história do advento do computador, a cujo desenvolvimento a computação gráfica está atrelada.

Sabemos que a arte, desde a Antigüidade, se baseou em esquemas que facilitassem a elaboração visual, como regras geométricas, teorias da cor, cânones estruturais, etc.; mas esquemas de outra natureza, que garantissem uma espécie de transmissão codificada da informação visual, há muito que também foram desenvolvidos pelos artistas.

Os gregos que antigamente pintaram vasos em que um tom era reservado para a figura e outro, em contraste, para o fundo, tinham plena consciência do *princípio de reversão* que está implícito neste procedimento – a idéia de positivo/negativo, cheio/vazio, claro/escuro, sim/não (Gombrich, 1986:32). Foi a partir daí que eles desenvolveram *criptogramas* para formas em

relevo, *código de tons* para modelagem em luz e sombra que estão por trás de todo o desenvolvimento posterior da arte ocidental - cujo melhor exemplo desse sistema, como corretamente apontou Gombrich, é o *mosaico*. Daí para a extensão desse *caráter de código* em outras mídias no qual um princípio de *aceso* e *apagado* se aplica seria natural. A arte possui muitos exemplos a este respeito, mas um em particular devemos mencionar pela ligação que estabelece com a imagem digital, tanto na forma de apresentação (matriz) quanto na questão do registro da informação (memória), características que a introduz na pré-história da *informática* ( INFORmação capaz de armazenagem e recuperação). Trata-se da *renda*. Neste mídia, um motivo decorativo qualquer é configurado numa trama de quadradinhos (como *pixels* num monitor de computador) em que uns se apresentam marcados (definindo a figura) e outros não (definindo o fundo). Este padrão, gravado numa tira de papel, servirá de guia sempre que se desejar obter uma peça de renda com o desenho ali registrado. Para tanto, as linhas com as quais se tece a renda são manipuladas seguindo o padrão gravado, o que se consegue com o auxílio de agulhas que são fixadas nos locais marcados que definem a figura. Esta é a origem do outrora imprescindível *cartão perfurado*, que viabilizou o computador e foi usado até a década passada (anos 80); algo que remonta às civilizações mais antigas da Pérsia, Grécia, China e Egito (Burden; Gambina; Good, 1995) e ainda é praticado como nos primórdios pelas tradicionais mulheres rendeiras do Nordeste do Brasil.

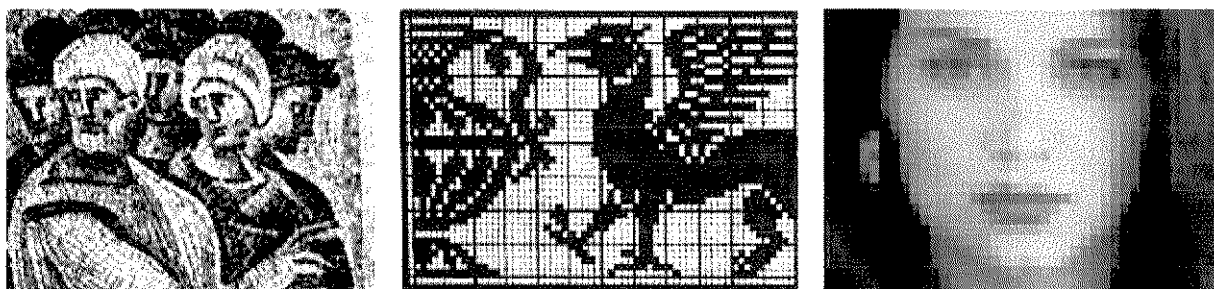


Fig. 96 Detalhe de painel em mosaico de uma basílica paleocristã (Roma, Séc. V d.C.); detalhe de motivo decorativo para trabalho de renda (Veneza, Séc. XVI) e detalhe de imagem do monitor de vídeo com *pixels* evidenciados.

Em 1801 o francês Joseph-Marie Jacquard apresentou sua invenção, o *tear mecânico automático* (Becker, 1964:29), que daria início a indústria têxtil e impulsionaria de vez a Revolução Industrial. Para controlar o processo automático de tecelagem Jacquard adaptou o *cartão perfurado* das mulheres rendeiras ao seu equipamento ( autoMÁTICO, que efetua série de operações programáveis sem interferência humana). Neste caso as agulhas foram substituídas por pinos dispostos numa corrente que passava através dos furos do cartão e se mantinham presos pelas extremidades numa haste de ferro, acionada mecanicamente. Os cartões que armazenavam os desenhos podiam agora ser usados em conjunto, e um padrão de linhas de cores diferentes poderia ser obtido na confecção do tecido.

Façamos uma pausa para uma breve consideração da pertinência das atividades aqui envolvidas, já que o tear de Jacquard encerra elementos chave mais tarde encontrados na operação do computador (oportunidade em que discutiremos a atribuição de tarefas criativas na produção visual quando do uso desta tecnologia). Levantemos a seguinte questão: onde se encontra o trabalho de arte neste processo de tecelagem? A engenhosa máquina que eliminou o trabalho manual, sendo responsável por toda a transformação, não foi concebida como tal nem atende a requisitos artísticos. O operador, por sua vez, apenas cuida para que o equipamento funcione, preparando e mantendo-o. Tampouco a arte se encontra na atividade do

“programador”, o sujeito que vai codificar a informação visual no cartão, através de furos, baseado na imagem que lhe foi fornecida. Portanto, está claro que a contribuição artística reside na atividade do indivíduo responsável pela formulação da imagem que irá compor o tecido. É evidente que o tecido aí produzido é resultado de um esforço coletivo, podendo ser fabricado indefinidamente – mas estampa uma criação artística original. Não importa qual dessas atividades seja a mais importante. Uma pessoa até poderia ser responsável por todas elas (o que seria antiprodutivo e fere a lógica do sistema), mas estará realmente fazendo arte quando da concepção visual, envolvido que está com as preocupações específicas da imaginação criadora considerada do ponto de vista das possibilidades de expressão plástica. Fica caracterizado desde muito cedo o que permanece sendo específico da arte, a despeito da evolução dos artefatos e processos que a envolve.

Naquele período o cartão perfurado também já era usado para registro musical, executado por um dispositivo mecânico conhecido como *pianola*, um tipo de piano automático que produzia sons por intermédio de caixas de música onde um pente de metal era ativado (Microcomputador-Curso Básico, 1987:141). Mesmo os populares *realejos* (órgão portátil movido à manivela) se utilizavam do rolo de papel perfurado como forma de programação musical. Assim, tanto as melodias produzidas por esses instrumentos, como os desenhos das rendas e tecidos, podiam ser alterados. Ou seja, conceitos fundamentais que dão sustentação a tecnologia digital da informação nos modernos computadores já estavam presentes na arte muito antes deles – conceito de *memória* (em que a informação armazenada pode ser recuperada sempre que se fizer necessário); conceito de *programação* (em que a informação pode ser modificada sempre que se desejar). O neologismo *informática* ( INFORmação autoMÁTICA ) até já poderia tomar forma.

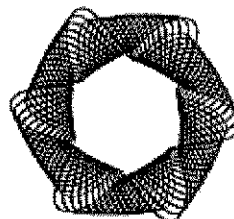
Citamos o parentesco existente entre a trama quadriculada do modelo da renda e a imagem como se apresenta na tela do computador. Os pontos na tela do computador, responsáveis pela resolução da imagem, são justamente pequenos quadradinhos (células) a formarem um mosaico. E de maneira similar à configuração da imagem na matriz da renda, as células de imagem na tela do computador (os quadradinhos, que aqui são conhecidos como *pixels*) são “pintados” individualmente para produzir uma figura – respondendo a um sinal codificado enviado pela central de processamento de dados do computador. E aí tocamos na questão capital da *transmissão* da informação.

Sabemos que sinais codificados de natureza diferente daqueles responsáveis pela formação de uma imagem visível aos nossos olhos, que posteriormente são convertidos numa forma apreensível através da percepção visual, não foi uma primazia da tecnologia digital. Se há milhares de anos o uso de imagens para comunicação através do tempo e do espaço foi um procedimento comumente praticado, coube a um artista dar início a transmissão de mensagens codificadas utilizando a recém descoberta tecnologia da eletricidade e do magnetismo, abrindo as portas da comunicação cibernética. Samuel Morse, artista americano, ao inventar o *telégrafo* havia ele imaginado que um ponto e um traço eram sinais que podiam ser traduzidos em letras do alfabeto (Becker, 1964:52). Tempos depois, a *pintura telegrafada* era uma realidade, possibilitada pela característica da *célula fotoelétrica* de converter energia em pontos de luz e sombra (sempre o velho e eficiente princípio do claro/escuro, aceso/apagado, positivo/negativo... ponto/traço... um/zero).

Está mais que demonstrado que a evolução técnica da humanidade é toda ela proveniente da necessidade. Nada é gratuito; nem sequer o acaso. Na medida que uma necessidade se coloque para uma aplicação especializada, esforços serão direcionados na busca de uma tecnologia (um processo e/ou um produto). Foi assim que os *dispositivos mecânicos de*

*desenho* surgiram bem antes do computador – no século XIX desenhos mecânicos foram bastante apreciados como arte, além do que diversos desses dispositivos tinham serventia em atividades específicas ( Kerlow; Rosebush, 1994:VIII ). Portanto, a fusão de processos lógicos e desenho intermediado por mecanismos não é uma novidade do século XX, ainda que apenas com a chegada do computador a cerca de cinquenta anos nos tenha sido oferecido um instrumento inigualável para a criação artística visual.

**Fig. 97** Desenho mecânico produzido através da *régua mágica* na qual círculos giram dentro de círculos.



Por toda a versatilidade, precisão e interação que o computador propicia, aliado a característica formidável de interligá-lo através das redes de comunicação, resultando num impacto sócio-econômico de conseqüências tão amplas e profundas que sem dúvida marca o início de uma nova era, ainda assim é inconcebível o alarde que muitos fazem a respeito da preponderância da informática acima de todas as conquistas humanas anteriores (no caso da arte, como se uma imagem digital fosse “geneticamente” superior àquela produzida por meios analógicos). Isto é bem típico de um período regido justamente pela manipulação da informação – que não hesita em adulterar os acontecimentos.

Já vem de alguns anos essa insistência de querer estabelecer a informática (e a época atual ) numa condição de tal modo incomparável que até parece que alcançamos o limite do desenvolvimento a que a espécie humana seria capaz. Se não fosse pelo exagero, diria que nem isto encerra alguma novidade. Afinal, o simples transcurso do tempo e a sensação de transformação e progresso a que lhe associamos já colaboram naturalmente para que nos coloquemos num plano superior em relação ao passado. Isto me faz imaginar quão primitivo seríamos para uma civilização na qual o teletransporte e a telepatia fosse uma realidade!

Não se questiona a importância da contemporaneidade, o ineditismo de fenômenos diversos que caracterizam um novo estágio histórico – para o qual a informática exerce profunda influência. Mas isto não está acontecendo pela primeira vez, nem será a última. Querer que seja o mais importante é não querer se levar a sério.

Senão, vejamos: visto de hoje, o advento da agricultura pode parecer àqueles que desfrutam da artificialidade da tecnologia de realidade virtual algo completamente insignificante. Mas sem a invenção da agricultura (da qual ainda somos totalmente dependentes, não custa lembrar) simplesmente não teria havido história; não teria existido civilização humana – “a natureza não podia sustentar mais de 10 milhões de seres humanos vivendo como caçadores e coletores” (Haaf, 1979:140). Se descermos ao nível dos artefatos, o que dizer da invenção da roda? Impossível imaginar a própria idéia de progresso sem a roda.

A agricultura foi um acontecimento tão formidável que por milênios a humanidade não se viu preocupada em ter de empreender outra solução de tamanha envergadura. Mas novamente a necessidade nos empurrou em direção a Revolução Industrial. No espaço de apenas uma geração, a Inglaterra (centro desta transformação) que por volta de 1790 não era diferente do Império Romano (leia-se mesmo sistema postal, mesmas estradas, arados puxados por paradas de bois, artesãos fabricando calçados e roupas) e contando com uma população de 5 milhões de habitantes durante muitos séculos, subitamente viu este número saltar para mais

que o dobro (11 milhões), rodas mecânicas substituíram a roca, moinhos mecânicos e a indústria têxtil se expandiram, a vida ganhou um novo dinamismo (Becker, 1964:25). Aqui também temos uma máquina que vai marcar esta época: trata-se da *máquina à vapor*, cuja energia vai impulsionar todos os mecanismos de então, possibilitando a navegação a vapor, as estradas de ferro e suas memoráveis locomotivas, tendo inclusive sido a força por trás dos geradores que fizeram funcionar a primeira usina elétrica (Becker, 1964:60).

Precisariamos ter vivido no breu do não tão distante século XIX para termos a noção precisa de todo o impacto da *luz elétrica* e de resto tudo o mais que a *eletricidade* permitiu – que não é outra coisa senão o mundo como atualmente o conhecemos, e de cujo conforto e produtividade desfrutamos. E neste mundo movido a eletricidade uma invenção é responsável por sua disponibilidade: o *dinamo*, o coração de geradores e motores elétricos.

Como dá para perceber, não faltam sequer dispositivos para rivalizar com o computador, que na verdade é a soma de uma infinidade de outras invenções – possivelmente a maior façanha coletiva da ciência e da técnica.

A esse respeito – relativo a contribuições variadas que colaboraram para se chegar ao computador como o conhecemos – já fizemos referência ao princípio de reversão utilizado na arte desde a antiguidade, em que já se pensava em termos de codificação da informação; mencionamos o cartão perfurado e os conceitos de memória e programação a ele agregados; já falamos de mecanismos de transmissão da informação codificada (telégrafo, pintura telegrafada). Muitas outras viriam em auxílio do objetivo de se construir uma “máquina universal”, desde o prosaico (mas extremamente útil) teclado de digitação (tomado de empréstimo da máquina de escrever), passando pela invenção dos métodos de cálculo, até toda uma sequência de invenções decisivas no rastro do desenvolvimento da eletrônica. Neste particular, as conquistas da eletrônica não apenas irá proporcionar a própria existência do computador, mas possibilitará sua evolução a um nível de eficiência que de outro modo o inviabilizaria como ferramenta produtiva/versátil que é.

Não é difícil concluir que os desdobramentos que redundaram na invenção do computador não foram o resultado da convergência de esforços especificamente direcionados a este propósito, como que seguindo um traçado linear bem definido que apenas esperavam as condições tecnológicas propícias para sua concretização final. Trata-se de acontecimentos separados e independentes que tinham por objetivo atender, quase sempre, necessidades de ocasião – particulares, inclusive. No entanto, pelas características conceituais intrínsecas ao funcionamento do computador (essencialmente uma máquina de calcular), nada mais natural sua estreita ligação ao universo da matemática, e que, portanto, profissionais desta área dedicados ao estudo da lógica e sua possível operacionalização por procedimentos mecânicos assumissem a tarefa de planejamento e construção dos computadores.

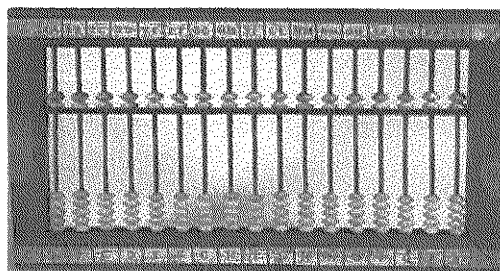
Evidentemente não convém ao propósito desta dissertação relacionar todas as contribuições científicas e/ou tecnológicas que levaram a construção do computador, mas podemos (e devemos) empreender um mapeamento das principais idéias e realizações que pavimentaram seu desenvolvimento.

De certo modo, e de acordo com Gary Masters (1995), poderíamos dizer que o computador foi revelado em três oportunidades: na primeira como dispositivo computacional mecânico, que remonta às civilizações de antes de Cristo; depois como conceito, por volta de 1833; e finalmente como o moderno computador eletrônico digital, em 1946.

Nossa referência inicial é o *ábaco*, o primeiro instrumento construído destinado ao auxílio na tarefa de calcular. Trata-se de uma armação de madeira com uma série de fios em que se



colocam pedrinhas ou contas representando as unidades, dezenas e assim sucessivamente. Em seu processo de computação vemos o resultado na acumulação das pedras nos fios; a posição das pedras configura a “memória” da operação.



**Fig. 98** Ábaco com 17 barras. Instrumento usado para calcular há mais de 4.000 anos.

O vocábulo “ábaco” deriva da palavra grega *abax*, que significa “tábua de cálculo” (Rose, 1995). O ábaco proporcionou um rápido método para a realização de cálculos, resultando em grande avanço nas civilizações que o adotaram – sua eficiência era tamanha que supriu as necessidades dos usuários até o século XVII (Velloso, 1997:56), embora, de tão engenhoso (e simples) ainda hoje continua sendo utilizado como instrumento de educação em centros de ensino de todo o mundo.

É claro que um instrumento de tal elaboração não surgiu por acaso. As trocas comerciais do mundo antigo se aceleravam, a complexidade dos cálculos de construções do porte das pirâmides egípcias certamente exigiam um auxílio externo à mente humana sujeita a fadiga. Mas para que um utensílio tão “inteligente” pudesse ter acontecido, pressupõe-se um desenvolvimento intelectual impressionante registrado bem antes disso. Conta-se em milhares de anos o tempo decorrido “apenas” para se conseguir uma simbologia prática das grandezas que, enfim, permitisse realizar com alguma facilidade as operações (Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:22). Para termos uma idéia dos desafios (e da capacidade em superá-los) dos primeiros tempos, e de como aquelas conquistas, ainda que por vias tortas, tiveram conseqüências determinantes na invenção do computador, bastaria citar a introdução do conceito de zero e o conceito de algoritmo.

Não existe uma data certa quanto a introdução do zero no sistema numérico (Dauben, 1995), mas se acredita que tenha sido usado pelos antigos babilônios. Outras fontes (Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:22), informam que o conceito de zero teria sido introduzido no século I ou II por matemáticos hindus. Independente disto, é impossível não reconhecer a estupenda façanha intelectual representada por esta conquista – de fato, é considerada uma das mais engenhosas criações da mente humana (Dauben, 1995). O conceito de zero transcende a matemática – ou melhor, a aproxima de tal maneira da vida que não conseguimos apreender os fenômenos da existência sem o seu auxílio. Sem o zero seria difícil efetuar contas prosaicas do dia a dia. Sem o zero não teríamos o sistema decimal, que nos permite a distinção entre 17, 107 e 1.070. Se é assim no sistema de base dez, o que dizer no sistema binário – baseado apenas nos dígitos 1 e 0 – o qual é utilizado pelos computadores? Sem o zero, possivelmente os modernos computadores digitais poderiam não ter sido viabilizados.

Por sua vez, o conceito de algoritmo encerra a própria essência do que conhecemos por *software* ( programa de computador). O algoritmo descreve, da maneira mais simplificada e sistematizada possível, as etapas da resolução de uma tarefa ( problema). Portanto, temos aqui a instância em que se define a lógica das tarefas realizadas através do computador. O algoritmo representaria a parte mais nobre – se podemos dizer assim – da informática. Sendo o

algoritmo a estruturação de um pensamento ordenado e dispondo de um meio não humano qualquer de o executar, estaríamos instaurando a transferência da nossa capacidade de raciocínio para a “coisa” que pudesse operar seguindo os procedimentos algorítmicos. É fácil perceber as implicações desta possibilidade, que a princípio nos simula justo naquilo que nos faz humano: a capacidade de pensar. Daí se compreender o alvoroço que isto tem causado nos círculos científicos e filosóficos – e os despropósitos quando a discussão se direciona à esfera da arte.

Tendo registrado toda a importância do algoritmo no processo lógico da computação, saibamos também que seu uso era familiar aos gregos antigos, cerca de 300 anos a.C.. Roger Penrose (1991:32) nos dá o exemplo de um dos procedimentos mais conhecidos daquela época, o *algoritmo de Euclides* para se encontrar o máximo divisor comum de dois números. Já a origem do vocábulo vem do nome do matemático persa do século IX, Abu Ja'far Mohammed ibn Mûsâ *al-Khowârizm*, que escreveu um influente livro sobre álgebra (vem do árabe “al jabr”) por volta do ano 825 d.C., intitulado *Kitab al jabr W'al-muqabala*, que inclusive fazia referência ao uso do zero.

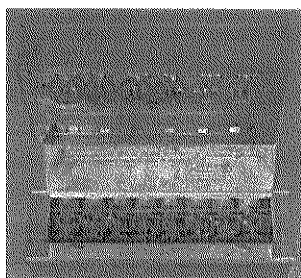
Com isto verificamos, desde muito tempo, a emergência de elementos fundamentais sem os quais não teria havido o computador. E ainda que fossem conquistas científicas e técnicas, evidentemente não foram concebidas com a idéia de uma “máquina universal”, e muito menos propostas por algum especialista da novíssima ciência da computação. Destacamos este aspecto para enfatizar o fato de que, justamente por suas características universais, a informática em termos gerais, e o computador particularmente, jamais poderiam se desenvolver sem a convergência de informações de todas as áreas especializadas do conhecimento para quem a computação constituiria poderosa ferramenta de trabalho. Como mostraremos mais à frente (no caso específico da arte), isto esvaziará uma discussão que por um bom tempo desviou a atenção das questões realmente significativas das possibilidades de uma arte intermediada pela tecnologia digital.

A opção pela agricultura havia acarretado uma mudança de comportamento absolutamente primordial para a humanidade. No começo, a vida seguia um ritmo ainda um tanto determinado pela natureza, na rotina das estações climáticas que regulavam os ciclos das culturas agrícolas. Mas o aumento populacional e incremento do comércio acabariam gerando grandes aglomerados urbanos. Novas formas de vida, outras necessidades, estimularam consideravelmente o ambiente econômico. Veio a revolução burguesa que trouxe o desenvolvimento do capitalismo. As universidades, as ciências e as artes ganhando espaço; o redescobrimento cultural da antiguidade, as navegações e a descoberta de novas terras; os primeiros bancos comerciais e o início da cobrança sistemática de impostos.

Com relações comerciais mais complexas e a velocidade e quantidade em que os negócios ocorriam estimulando o desenvolvimento da técnica, estavam criadas as condições para que aparecessem instrumentos mais cômodos e rápidos, capazes de dar conta das exigências de computação da época pós-Renascentista.

Foi nesse contexto que no ano de 1642 apareceu a primeira calculadora mecânica conhecida, atribuída ao cientista francês Blaise Pascal (Becker, 1964:98). Tratava-se de uma máquina de somar, idealizada por Blaise quando tinha dezessete anos, no intuito de ajudar seu pai (coletor de impostos) que era encarregado do controle fiscal da Normandia. O instrumento – batizado de *pascalina* – usava uma agulha para mover as rodas dentadas de uma engrenagem, acionando o mecanismo que levava dígitos de uma coluna para outra. Esta

tecnologia foi tomada de empréstimo dos mestres relojoeiros, artífices que detinham o domínio no fabrico de mecanismos de precisão para a medição exata do tempo ( Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:24).



**Fig. 99** *Pascalina*, calculadora mecânica construída por Blaise Pascal no Séc. XVII.

Apesar de útil, a pascalina não obteve aceitação – numa evidência comprovada à exaustão ao longo de toda a história ( e mais do que nunca nesta época ) de que não basta só originalidade para tornar algo vitorioso. A sociedade precisa perceber e sentir o valor daquela contribuição, determinando-lhe a apreciação cabível naquele momento (precisamos entender a *sociedade* não só como o conjunto dos indivíduos, mas também as instâncias representativas em suas diversas formas de organização). Esta afirmação vale para tudo, mas na arte isto se verifica ainda mais intensamente – o que não deve causar surpresa, já que a arte é mesmo o espelho da sociedade.

A pascalina não teve utilidade pública mas despertou grande interesse científico, o que ocasionou uma sequência de projetos com o objetivo de aperfeiçoá-la. Em 1671 o matemático alemão Gottfried von Leibniz acrescentou à máquina de Pascal os recursos de multiplicação e divisão (Meirelles, 1994:45), e ainda levou adiante as idéias do *sistema binário*, que já em 1632 recebera atenção do filósofo inglês Francis Bacon. É interessante que na bibliografia consultada que aborda a história do computador poucos fazem referência a esta contribuição (mesmo assim sem o menor destaque). É o oposto do estardalhaço que se verifica em textos de arte, escritos por teóricos da imagem, que exaltam a “imagem numérica” ou o fato extraordinário ( para eles ) de “pintar” com 0s e 1s. O sistema binário só veio mesmo a se tornar importante porque calhou de servir à tecnologia eletrônica que propiciou a construção do computador ( um caso típico de coincidência tecnológica que evitou que o sistema binário permanecesse como mera curiosidade matemática ). Em nenhum momento o sistema binário apontou para sua utilidade prática como princípio de funcionamento de máquinas de calcular. Ao invés disso, se valeram sim do conceito universal e antiquíssimo do princípio de reversão (visto há pouco) que veio a ter no sistema binário seu equivalente numérico. Somente às vésperas da construção dos primeiros computadores eletrônicos se verificou a grande utilidade do sistema binário que se adequava perfeitamente ao tratamento codificado pela tecnologia atualmente em uso – circuitos eletrônicos que oscilam entre ligado ou desligado (princípio de reversão).

“Quisera Deus esses cálculos fossem feitos por uma máquina a vapor”. Estas palavras foram proferidas por volta de 1822 por aquele que é considerado o “pai” do computador (Microcomputador – Curso Básico, 1987:220). É de fato extraordinário que tenha partido de uma única pessoa – e considerando a época – a proposição dos conceitos que, enfim, davam sustentação teórica ao funcionamento de uma máquina automática universal. Chegamos ao momento referido em que o computador se revela pela segunda vez na história. Esta proeza

coube ao matemático inglês Charles Babbage. Ele ficava atônito com os numerosos erros encontrados nas tábuas de equações diferenciais – tabelas matemáticas utilizadas no cálculo da posição dos navios em alto mar – ainda um problema para a navegação marítima da época. Babbage logo teve a idéia de construir uma máquina que fosse capaz de realizar, automaticamente, os trabalhosos cálculos necessários à confecção das tabelas náuticas. Ele havia compreendido que a mente humana não se prestava ao trabalho monótono e repetitivo de calcular números, pois somos sujeitos à fadiga. Para ele tratava-se da “operação mais baixa do intelecto humano” (citado por Becker, 1964:98). Abandonou um primeiro projeto de uma *máquina diferencial* (capaz de calcular logaritmos) em prol do seu projeto mais ambicioso de uma *máquina analítica*, concebida em 1833 (Meirelles, 1994:45), a qual, segundo Babbage, poderia ser programada para realizar tarefas matemáticas.

Embora Babbage estivesse trabalhando com o que havia de mais avançado na engenharia da época, a máquina analítica não passou do projeto, impedida de ser concluída pelas limitações técnicas do século XIX. Se Babbage tivesse conseguido concretizar seu trabalho, possivelmente a era vitoriana teria apreciado o que poderia ter sido um computador a vapor. Sim, pois como diz Martin Gardner no prefácio do livro de Roger Penrose (1991), “o computador não é essencialmente diferente das calculadoras mecânicas que funcionam com rodas, alavancas ou qualquer coisa que transmita sinais – pode-se basear um computador em bolas de gude, ou água movimentada através de canos”. A eletricidade, claro, possibilitou o transporte da informação de modo muito mais rápido e eficiente, proporcionando a realização de tarefas de enorme complexidade.

O que é significativo é que, neste projeto da máquina analítica, grande parte da arquitetura lógica e da estrutura dos computadores atuais estava presente. Além do mais, devemos assinalar a perspicácia de se adaptar o cartão perfurado usado nos teares automáticos de Jacquard (que por sua vez, como dissemos anteriormente, já fôra uma adaptação do seu uso pelo artesanato da renda, um trabalho artístico que remonta à antigüidade) para a introdução de dados na máquina: tanto as *instruções* do programa como os *dados* do problema a resolver (Masters, 1996). Daí ser creditada a sua assistente, Ada Lovelace, o mérito de primeira programadora, por suas notas relativas a elaboração de programas para a máquina analítica. Babbage também havia feito experiências com diversas bases numéricas, não vendo vantagem no uso do sistema binário em vista de sua máquina utilizar procedimentos mecânicos (Microcomputador – Curso Básico, 1987:220).

A seguir fornecemos o esquema da máquina analítica de Charles Babbage, segundo a descrição apresentada no livro *Os Computadores* (Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:26):

- *dispositivo de entrada*, através do qual se fornece à máquina as *instruções* necessárias para as operações, assim como os *dados* objetivo das mesmas (uso do cartão perfurado).
- *memória*, para armazenar os dados introduzidos e os resultados das operações intermediárias (engrenagens em conjunção com o cartão perfurado).
- *unidade de controle*, para vigiar a execução das operações segundo a seqüência adequada.
- *unidade aritmético-lógica*, encarregada de efetuar as operações para as quais a máquina foi programada.
- *dispositivo de saída*, para comunicar exteriormente os resultados do cálculo realizado.

Tamanha a semelhança desta concepção com os modernos computadores, que os autores da descrição acima transcreveram uma frase espirituosa atribuída a Howard H. Aiken, matemático que coordenou a equipe que construiu o *Mark I* (1944), primeiro computador eletromecânico: “Se Charles Babbage tivesse vivido 75 anos mais tarde, eu estaria sem trabalho” (1979:27).

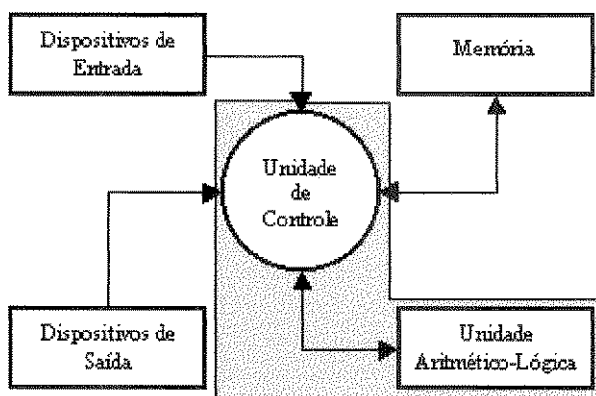
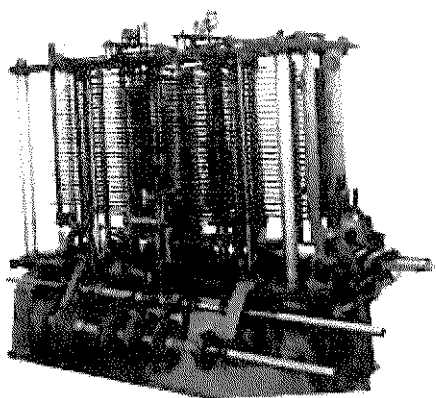


Fig. 100 *Máquina Analítica* de Charles Babbage construída segundo os planos originais e gráfico com esquema de seu funcionamento.

Pouco depois, em meados do século XIX, como que para completar a base teórica sobre a qual se fundamenta a estrutura lógica dos computadores, George Boole, outro matemático britânico, concebe um sistema completo de *álgebra binária* que interliga uma lacuna então existente entre a matemática e a lógica, simbolizando todas as informações entre dois valores possíveis, *verdadeiro* ou *falso*. Seu trabalho, que estabelece um novo ramo da álgebra (*álgebra booleana*), foi publicado em 1854 com o sugestivo título *An Investigation of the Laws of Thought* (Meirelles, 1994:45).

Com a introdução desse raciocínio matemático as operações internas realizadas pelos computadores digitais seriam enormemente facilitadas, já que as regras da álgebra booleana são muito simples e de fácil implementação. Os estados das duas variáveis (verdadeiro ou falso) e as relações que têm entre si implicam numa lógica que usamos freqüentemente no dia a dia, tendo como operadores as palavras E, OU e NÃO. Estas palavras representariam o que ficou conhecido na computação como *portas lógicas*, formando um padrão de funcionamento sob medida para ser utilizado pelos circuitos eletrônicos dos computadores digitais – os estados verdadeiro e falso são representados facilmente por voltagens diferentes sob a forma dos números binários 1(verdadeiro) e 0 (falso): esses circuitos caracterizam as *portas* capazes de proporcionar decisões lógicas e fazer comparações. Porém, a álgebra booleana só terá aplicação nos computadores quando estes, enfim, forem construídos em meados do século XX, momento em que as tecnologias da eletrônica estarão disponíveis. Inclusive, para a arte a álgebra booleana tem um interesse especial pelo que ela permite em termos de modelagem com sólidos geométricos na computação gráfica, em que os modelos interagem entre si.

Mas foi em 1890 que se deu a primeira grande demonstração pública de que uma nova era despontava, apontando para além da Revolução Industrial, na qual o tratamento informatizado da informação vinha para ocasionar a instauração de novo ciclo de profundas mudanças nos destinos da humanidade. A oportunidade não podia ter sido melhor para provocar a repercussão que traria de impulsionar a revolução que se iniciava no tocante a manipulação automatizada de grandes massas de informação – a tônica que iria dominar, alterar e definir estratégias políticas e econômicas nas décadas seguintes, dando a partida para o estágio da civilização que vem sendo chamado de “sociedade do conhecimento” (Drucker, 1993:3).

O impulso foi dado pela crescente complexidade da organização social na segunda metade do século XIX, que fez explodir o serviço burocrático nas repartições. Os Estados Unidos, que vinha enfrentando dificuldades incontornáveis para processar manualmente os dados do censo demográfico (em 1886 ainda contabilizava as informações recolhidas na pesquisa de 1880),

resolveu instituir uma concorrência em 1889 na esperança de obter um sistema de equipamento processador para o censo do ano seguinte. Um funcionário do departamento do governo responsável pelo recenseamento, chamado Herman Hollerith, que já tivera sua atenção despertada para o problema e ensaiara algumas idéias, apresentou o projeto vencedor (Microcomputador – Curso Básico, 1987:240).

Essa *tabuladora elétrica* foi a primeira máquina de processamento de dados de aplicação prática (Velloso, 1997:56), e como o nome indica, estava atualizadíssima em termos tecnológicos. Espírito inventivo, Hollerith soube cruzar tecnologias emergentes para servir exatamente ao seu objetivo. Naquela época cada vez mais se descobriam aplicações para o uso da corrente elétrica (citamos sua primeira utilização na comunicação quando da invenção do telégrafo). Tendo percebido que as respostas ao censo se limitavam basicamente a um sim ou um não, Hollerith construiu um dispositivo que tirava proveito da corrente elétrica. Mas ao invés de codificar a informação eletricamente (como o telégrafo), utilizou o *cartão perfurado* para registrar os dados, pois assim seria mais fácil manusear informações referentes a cada pessoa sempre que necessário e com grande rapidez. Neste caso, representava a resposta *sim* com uma perfuração num determinado lugar do cartão e a resposta *não* com ausência da perfuração. A detecção das respostas era feita mediante contatos elétricos estabelecidos através das perfurações: onde havia perfuração a corrente elétrica passava, significando *sim* para a máquina; sem perfuração a corrente era, naturalmente, impedida, significando *não* para a máquina.

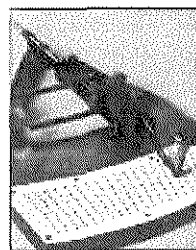
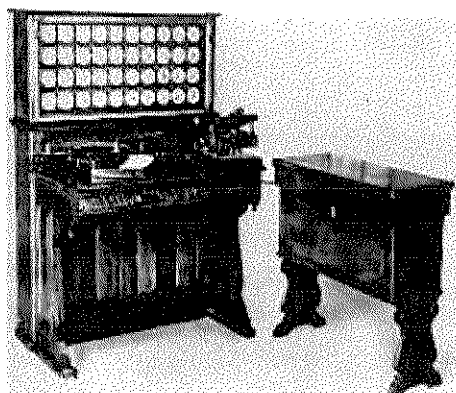


Fig. 101 Tabuladora Elétrica de Herman Hollerith (ao lado) e detalhe do seu *perfurador de cartão* (1890).

Com este sistema simples e eficiente se podia representar vários tipos de informação: um número, uma data, uma soma em dinheiro. Um determinado padrão de furos tornava-se um modelo de circuito fechado, representando dados. Estava aberto o caminho para a concepção dos modernos computadores digitais, cujas válvulas, depois transistores e finalmente circuitos integrados, viriam a trabalhar de maneira similar. Os cartões perfurados de cem anos depois dos computadores digitais usavam o método original de Hollerith, com pequenas alterações. Ele que definiu o tamanho dos cartões nas proporções aproximadas da cédula de dólar. Alterou o formato dos furos de redondo para quadrado, de modo que mais informação podia ser contida num único cartão, que passara a acumular 80 números. Mas a tabuladora elétrica usava o sistema decimal.

O serviço do censo que demorava anos caiu para algumas semanas (Masters, 1995). O cartão perfurado não demoraria a tomar o lugar dos lançamentos manuais na contabilidade, pois Hollerith iniciou a produção industrial de sua máquina (na medida em que ia sendo aperfeiçoada), cujo sucesso levou sua empresa a transformar-se, em 1924, na poderosa

International Business Machines Corporation ( IBM ), cuja história se confunde com a evolução do computador (Meirelles, 1994:49).

Para se chegar a construção efetiva dos primeiros computadores em meados deste século, restavam ainda ser contornadas algumas questões de implementação de lógica computacional, período em que também se assistiu a invenção e aperfeiçoamento da *válvula eletrônica* (1906, por Lee DeForest), sem a qual seria praticamente impossível a operação destas máquinas pioneiras.

Uma última tentativa de se construir computadores apoiado em tecnologia mecânica foi ainda empreendida pelo engenheiro americano Vennevar Bush em 1931, no Massachusetts Institute of Technology ( MIT ), retomando o projeto de Babbage mas utilizando o princípio de força giratória ( torque ), o que fazia manter em funcionamento todas as rodas de um motor diferencial (Becker, 1964:99). Seu *analisador diferencial* era capaz de resolver equações diferenciais. No entanto, por trabalhar com o sistema de numeração decimal e requerer um sem número de ligações entre eixos, centenas de engrenagens para lidar com dez dígitos, apresentava sérias limitações.

O problema no campo da lógica que ainda precisava ser equacionado envolvia a forma de apresentação de conceitos para a máquina. Os matemáticos do começo do século XX estavam enredados num debate muito amplo acerca de axiomas e regras de procedimento que tratariam de compor um algoritmo geral que resolveria todos os problemas. Chegou-se a achar que o sistema desenvolvido por Bertrand Russell e Alfred North Whitehead, publicado no livro *Principia Mathematica* – de que qualquer conceito, desde que apresentado em forma rigorosamente lógica, pode ser expresso matematicamente – apresentava a solução. Até que em 1931 o matemático austríaco Kurt Gödel surpreendeu a todos com sua famosa descoberta na qual demonstrava que havia numerosos teoremas matemáticos que, embora verdadeiros, nunca poderiam ser provados (Penrose, 1991:112). É quando surge a figura do matemático inglês Alan Turing, que contorna as dificuldades levantadas por Gödel formulando um conceito de algoritmo geral para o que seria passível de comprovação matemática. Para tanto ele retorna à origem de toda a discussão, a proposição formulada em parte pelo matemático alemão David Hilbert: “Haverá algum procedimento mecânico geral que possa, *em princípio*, resolver todos os problemas da matemática (pertencente a alguma classe adequadamente bem definida), um após outro?” (Penrose, 1991:36).

Ao analisar o ponto de partida de Turing (o que se deve entender por “procedimento mecânico” e sua formalização posterior como o “conceito de uma máquina”), Roger Penrose esclarece não apenas a abordagem em termos puramente pragmáticos que acabou por conduzir Turing ao sucesso, mas também como esse mesmo ponto de partida reafirma que “há algumas operações matemáticas, perfeitamente bem definidas, que não podem, em nenhum sentido comum, ser chamadas de mecânicas” (1991:36), o que acaba por descortinar a natureza (polêmica) dos fenômenos mentais – implicando numa constatação a favor da negação de uma provável inteligência artificial (ou, noutra direção, em apoio da validade da intuição e inspiração), que por tabela vem em auxílio de nossa argumentação aqui defendida de uma práxis artística que, da mesma forma que em outras áreas do conhecimento, se apoia num edifício intelectual sólido; mas vai além das outras áreas pelo trânsito mental livre no trato com estes conhecimentos a que só ao cérebro do artista é facultado.

Ou seja, foi justamente por seu entendimento de “procedimento mecânico”, em que para Turing o cérebro humano funcionaria como uma máquina, que ele se viu em condições de propor um modelo teórico de máquina universal decomposta em termos elementares. Neste



sentido ele demonstrou que um conjunto de estruturas simples poderia resolver qualquer problema complexo. Assim, se uma máquina recebesse essas regras e o problema a ser solucionado, ela seria capaz de resolvê-lo.

A partir dessas descobertas, Otto Neurath, estatístico austriaco, chegou a conclusão de que, desde que quantificadas, todas as informações de uma dada área seriam exatamente as mesmas, podendo então ser tratadas e apresentadas da mesma maneira (Drucker, 1993:8).

Por fim, em 1938 o engenheiro elétrico Claude Shannon provou que operações lógicas podem ser executadas utilizando-se interruptores de circuitos eletrônicos. Uma vez evidenciado que o trabalho do computador consistia em uma seqüência de operações lógicas, o esforço se concentrava na pesquisa da melhor solução tecnológica para implementação do interruptor eletrônico. A primeira opção foi o *relé*, com funcionamento híbrido (eletromecânico), logo abandonado por suas limitações. Com performance mais rápida, a *válvula* é que vai caracterizar esta geração dos primeiros computadores; motivo do tamanho enorme dos equipamentos, além do alto consumo de energia e emissão de calor (Microcomputador – Curso Básico, 1987:46).

Tudo estava pronto para que os primeiros computadores propriamente ditos da história pudessem ser construídos. E mesmo sendo este um acontecimento inevitável pela pressão natural da evolução social (funcionamento administrativo das empresas, programas governamentais, pesquisa científica, etc.) o acidente da Segunda Guerra Mundial precipitou o aparecimento dos primeiros protótipos na Europa e Estados Unidos com o objetivo de atender exatamente aos interesses bélicos – calcular posições de aviões e mísseis com rapidez suficiente para interceptá-los, decifrar códigos secretos alterados diariamente e até auxiliar no projeto de mísseis e aeronaves (Masters, 1995), embora sem nada relacionado a trabalho gráfico.

A computação moderna tem por isso seu advento completamente atrelado a grandes empreendimentos científico/militares, criando uma forte impressão inicial do computador como instrumento estratégico e portanto devendo ter seu uso restrito – o que, junto com políticas de condicionamento de difusão tecnológica ( Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:119,120), ajudará na propagação dessa idéia anacrônica que persistirá por um bom tempo e impedirá a disseminação mais rápida do uso de computadores.

Os primeiros modelos eram tão secretos que acabaram por complicar a cronologia, ainda mais embaralhada pela disputa verificada até hoje pela honra de ter sido o pioneiro ( Meirelles, 1994:49 ). O certo é que os vários projetos tiveram andamento com a eclosão da guerra (ou imediatamente antes), diferenciando-se na tecnologia empregada e no projeto – determinado pela tarefa a ser realizada (Masters, 1995). Apresentamos, a seguir, as máquinas que apareceram até a apresentação, em 1946, daquele que é considerado o primeiro modelo de computador eletrônico de aplicação geral, o ENIAC (que marca, de uma vez por todas, a chegada da era digital).

No ano de 1937 temos registros do início da construção de dois computadores nos Estados Unidos: o *Mark I* (eletromecânico) e o ABC (eletrônico).

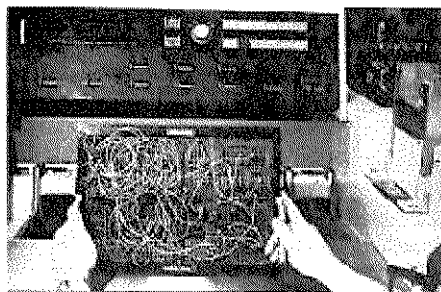
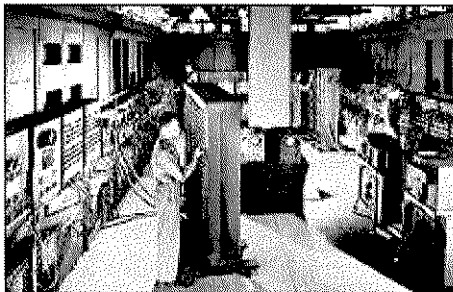
Sob a coordenação do matemático Howard Aiken e contando com o patrocínio da Universidade Harvard, IBM e Marinha dos Estados Unidos, o Mark I só veio a ficar pronto em 1944. Destinava-se ao cálculo de tabelas balísticas (tábuas de bombardeio). Sua opção tecnológica de circuitos baseado em relés logo mostrou-se demasiada onerosa e de pouca confiabilidade. Nessa linha não teve continuidade.

Contando com a direção dos físicos norte-americanos John V. Atanasoff e Clifford Berry, o ABC (Atanasoff Berry Computer) já empregava a novíssima tecnologia da válvula, aplicando o sistema binário. Eles argumentavam que os dígitos binários eram mais adequados à computação justamente pela equivalência dos estados ligado/desligado do circuito eletrônico com os dígitos 1 e 0 (Masters, 1995). Chegaram a fazer uma demonstração em 1939. Entretanto, este computador não chegou a ser completado e sua construção foi abandonada em 1942. Uma demanda judicial de patentes homologada em 1973 oficializou o ABC como protótipo pioneiro a usar válvula (Meirelles, 1994:49).

Os alemães também se encontravam empenhados na construção da sua máquina. Vários historiadores dão crédito de primeiro computador eletrônico digital ao modelo Z3, montado pelo cientista Konrad Zuze e já em operação em 1941. Outra máquina apontada entre as primeiras a utilizar a válvula é o *Colossus*, fabricado na Inglaterra e em operação no ano de 1943. Foi projetado pelo matemático Alan Turing para o serviço secreto inglês – sua existência só veio a ser revelada na década de 1970. Alega-se que por ter sido concebido para realizar apenas uma tarefa (decifrar códigos militares alemães durante a Segunda Guerra), perdera a distinção de primeiro computador eletrônico digital para o ENIAC, que tinha aplicação geral (Masters, 1995).

O ENIAC ( Electronic Numerical Integrator and Calculator ) fazia parte de um programa do governo norte-americano em conjunto com várias universidades. Teve início em 1943 e foi apresentado em 15 de fevereiro de 1946, sendo uma realização da Universidade da Pennsylvania sob a responsabilidade dos professores de engenharia eletrônica John W. Mauchly e J. Presper Eckert, Jr.. Representou um grande avanço em termos de velocidade de cálculo, conseguindo em uma hora o que o Mark I teria levado uma semana. Mas tinha um custo muito elevado, necessitava de alta capacidade energética e era um tanto instável. Seu tamanho impressionava; pesava 30 toneladas, ocupava uma sala de 9 metros de largura, 30 de comprimento e 5 metros de altura, e possuía 17.468 válvulas ligadas por 800 quilômetros de fios (características compartilhadas por seus contemporâneos). Mantê-lo em funcionamento era um grande problema em vista da alta temperatura despendida (chegava a picos de 200 Kilowatts de potência) e frequência com que as válvulas se queimavam (uma válvula a cada dois minutos, que tinha de ser localizada e substituída). Chegou-se a dizer que seu funcionamento ocasionava uma grande baixa na energia da zona oeste de Filadélfia (Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:33). Mas o que gostaria de destacar era o trabalho de programação aí verificado, pelo que ele implica na discussão que se irá travar ao longo deste capítulo em que sustentaremos a distinção entre trabalho de conotação técnico/científica e aquele de ordem artística, além das implicações desta parceria na construção de novos esquemas para a arte que acaba por determinar uma nova postura do artista frente a tarefa de elaboração visual por intermédio do computador (o que é o mais importante para o propósito deste estudo e constitui o cerne da nossa tese).

**Fig. 102** ENIAC (1946). Em primeiro plano um operador entra com dados (bits) manejando interruptores. No fundo uma mulher lê resultados num painel luminoso em que cada lâmpada é um bit. Na foto ao lado a programação antes do surgimento do *software*, em que, ao mudar a aplicação, os fios do painel tinham de ser reconectados à mão.



Naquele momento não existia linguagem de programação, um método que facilitasse a lida com a máquina. No caso dos computadores como o ENIAC, toda a programação precisava ser feita reordenando-se a rede elétrica, ligando e desligando interruptores um a um – o que quer dizer, passar as instruções *bit a bit*, dígito a dígito, usando 1s e 0s. Tratava-se de *linguagem de máquina* em seu nível mais primitivo (portanto abaixo do que viriam a ser as ainda precárias *linguagens de baixo nível*) algo completamente anti-humano (e portanto antiprodutivo) e que apenas as imperiosas necessidades bélicas da época justificavam. Para cada problema específico os engenheiros tinham que modificar a ligação dos circuitos, e esta preparação demorava semanas (Meirelles, 1994:51). O resultado era lido num painel luminoso em que cada lâmpada representava um bit. Ora, qualquer pessoa minimamente familiarizada com computação sabe que um bit, isoladamente, não fornece nenhuma informação significativa para um ser humano; e os especialistas em computação sabem que, embora ideais para as máquinas, os números binários dificultam a interpretação quando são compostos em série, não havendo outra solução que trabalhar com eles de maneira indireta.

Daí que, junto com a própria questão tecnológica do *hardware* (o componente físico), a implementação de um processo satisfatório de relação com o computador constituía os dois grandes desafios para que se chegasse a uma efetiva aplicação prática. Escrever um texto por este meio, como se vê, não seria uma atitude propriamente indicada – para dizer o mínimo. Arte, então, nem pensar. Se até para executar tarefas mecânicas, como é a realização de cálculos, a situação para os próprios idealizadores da tecnologia já beirava o limite do tolerável, o que dizer de tarefas criativas envolvendo expressão plástica! Ainda na década de 40 iria ficar evidente para os cientistas a necessidade de uma alternativa intermediária entre a “comunicação” do homem com a máquina. Logo vão tratar de superar este estágio pré-histórico da era digital, cuja evolução vai determinar a viabilização do computador como ferramenta artística. Ou seja, na medida que nos distanciamos do emprego direto da linguagem de máquina (também conhecida como *linguagem binária* ou *linguagem de computador*) e nos aproximamos da maneira natural de nos comunicarmos, a arte intermediada pelo computador vai se tornando realidade. O que, no caso da animação, significa expressar-se diretamente através dos elementos de sintaxe visual e princípios de animação. Este é o ambiente do artista. Isto, em termos de computação, compreenderia *linguagens de altíssimo nível*, hoje disponíveis mas invariavelmente confusas (o que, com certeza, implicará em completa redefinição conceitual – contando com a contribuição da melhora de desempenho do *hardware* ).

Como seria de esperar, esta evolução não aconteceu sem atropelos. Veremos tecnologias serem saudadas com entusiasmo para depois de algum tempo (pouco tempo) caírem no esquecimento; sem esquecer as posturas de tecnólogos, teóricos e mesmo artistas que, se aproveitando do momento tecnológico, defenderam idéias tipicamente aproveitadoras que obviamente se mostraram frágeis demais para resistir ao tempo (pouco tempo), repetindo o erro cíclico e historicamente equivocado de enxergar a arte na novidade tecnológica de repercussão mais recente – quando a arte (vale a pena insistir) se revela justamente quando transcende a técnica empregada para sua formulação. A história da animação computadorizada vai novamente demonstrar isso.

## 2.2. Década de 1950 – A Estruturação da Tecnologia e a Possibilidade da Arte Intermediada pelo Computador

Existe dúvida de que se trata apenas de uma questão de tempo a comunicação verbal satisfatória com o computador? Claro que não. Pesquisas neste sentido seguem firme nos laboratórios. A sobrevivência econômica desses laboratórios (e o sucesso da computação) depende cada vez mais da implementação de uma comunicação homem/máquina em nível natural. Isto está de acordo com a preocupação legítima de isolar o programador/usuário de detalhes técnicos pertinentes ao funcionamento da máquina e gerenciamento de operações de tráfego de sinais que acabam por lhe tirar a concentração das questões específicas do trabalho a ser desenvolvido (van Dam, 1984:105). Ou seja, trata-se de equacionar um aspecto decisivo em qualquer atividade: o fator produtividade. Algo que envolve a correta equação entre disponibilidade e qualidade.

Uma indústria que tem como matéria-prima nada menos que a *informação* num momento em que a humanidade praticamente se tornou refém dos incalculáveis dados que gera, era de esperar que a demanda por processos cada vez mais espontâneos (para o homem) e automatizados (para a máquina) de lidar com todo tipo de informação evoluísse em escala geométrica. O homem se liberava para dar vazão a sua capacidade criativa, um tipo de operação completamente diferente à qual se baseia a idéia de *algoritmo* que enfim determina o funcionamento do computador – ainda que esteja na flexibilidade do algoritmo a característica por trás da era que se inicia. Era o passo decisivo para ultrapassar a rígida e ameaçadora estrutura (produtiva, social, psicológica) imposta pela tecnologia industrial mecânica, de conseqüências desastrosas sob a forma de idéias reacionárias baseadas em extremos ideológicos estimuladas por esta circunstância opressiva. A indústria de informática não se furtou à cobrança da sociedade.

Um olhar desatento para a situação da computação nos anos 50 pode dar a falsa impressão de que pouco se avançou naquele período no tocante a estes objetivos tão almejados. Ocorre que, como sempre acontece com qualquer processo tecnológico emergente, as incertezas enormes que se verificam nesta etapa obrigam a um mapeamento de possibilidades em direções distintas, resultando em retardamento das melhorias. Na verdade, a computação em molde eletrônico até nem sofreu tanto deste problema de escolha ou mesmo de espera por descobertas científicas que permitissem-na alcançar um rápido nível de produtividade. Verificamos sim um intenso esforço pela integração tecnológica de invenções diversas que, junto com as novidades oriundas do nascente campo da ciência da computação, logo apresentam conquistas que vão demonstrar não apenas o fértil ambiente intelectual que se descortinava, mas também a pujança de um mercado jamais imaginado.

A natureza de “máquina universal” coloca o computador como potencial simulador de fenômenos os mais variados. Isto vai possibilitar a recuperação (e adaptação) de uma infinidade de conhecimentos que se acumularam ao longo do tempo em áreas diversas – muitos dos quais sem aplicação prática em sua época – sendo mesmo pré-requisitos à existência e funcionalidade do computador. Já vimos que a matemática ocupa uma posição de destaque entre as ciências que dá suporte à informática – afinal, é através de uma codificação numérica que a informação é mais adequadamente processada pela máquina. Não que a máquina “leia” números (ainda que apenas 1 e 0), mas sendo seu circuito elétrico baseado na aplicação de voltagem facilmente descrita por dois estados (ligado/desligado, simbolicamente 1 ou 0), esse

mecanismo é que vai tratar de “dar sentido” para a máquina das coisas do mundo. Claro que não é resultado da matemática todo o conhecimento humano. A matemática desenvolve uma forma específica de conhecimento (passível, como muitos outros, de utilização pela computação), mas sua importância maior para a informática reside em sua lógica e em sua tarefa de tradução de outros conhecimentos na forma de um *modelo matemático* (que contém uma descrição abstrata destes conhecimentos), portanto mais acessível à etapa de implementação da informação no computador.

É justamente no desenvolvimento de procedimentos de implementação da informação no computador (que vai redundar na criação das primeiras *linguagens de programação* baseadas em códigos mnemônicos), tendo de definir métodos de representação e processamento de sinais em formato digital a princípio sem dispositivos apropriadamente específicos, que se assenta o desafio enfrentado pelos pesquisadores da década de 1950.

Aliado ao desenvolvimento do *tubo de raios catódicos* que remonta ao século XIX (Lerner, 1996), teremos na invenção do *transistor* e no conceito de *programa armazenado* surgidos na segunda metade da década de 1940, as contribuições fundamentais para que fossem conduzidas as experiências que tratariam de implantar a tecnologia básica da computação (inclusive no que diz respeito a gráficos) já nos anos 50.

O *tubo de raios catódicos* (CRT – Cathode Ray Tube) é a tecnologia ainda empregada na maioria dos monitores de vídeo e aparelhos de televisão (atualmente se ensaia um crescimento na oferta de monitores baseados em tecnologia LCD – Liquid Cristal Display). É um tipo diferente de válvula eletrônica (Becker, 1964:90). Na parte interna da válvula, no local da tela de exibição, têm-se uma camada de minerais de características fluorescentes que brilham quando atingidos por raios de alta frequência. O mineral (normalmente fósforo) converte a eletricidade oriunda do bombardeio de elétrons em luz, e desenha uma imagem luminosa sobre a tela. A importância da imagem para uma comunicação mais fácil e eficiente tanto na entrada como na saída de dados do computador foi logo percebida e explorada.

Uma curiosidade histórica que merece destaque em nosso estudo envolve uma das primeiras transmissões de imagem televisiva (verão de 1928, entre New York e Kansas nos Estados Unidos, em que a rede NBC utilizou equipamentos RCA), não apenas porque se testava a viabilidade de transmissores e receptores eletrônicos baseados em tecnologia de tubo de raios catódicos, mas também em vista da imagem veiculada – o famoso gato Felix no auge de sua popularidade. Foi utilizado um modelo feito com papel-machê. De acordo com John Canemaker (1991:125), Felix fora escolhido justamente por ser um personagem muito conhecido e portar um visual simples e bem definido – o que minimizava a deficiência tecnológica e o tamanho da tela. A grosseira imagem obtida era composta de sessenta e uma linhas horizontais em preto e branco. Com bastante antecedência esse teste demonstrava alguns imperativos estéticos da mídia que se avizinhava, por sua vez já presentes nos desenhos animados.



**Fig. 103** Filmagem (gravação) do boneco de Felix e a imagem resultante no aparelho de televisão (1928).

Já a invenção do *transistor* em 1947 foi um fato tão significativo que seus autores, pesquisadores da Bell Telephone (John Bardeen, William Shockley e Walter Brattain) não demoraram a ser agraciados com o Prêmio Nobel (Microcomputador- Curso Básico, 1987:47). Não apenas o tamanho mas a performance das máquinas fora profundamente alteradas – ao invés de ocuparem uma casa o computador agora cabia em um compartimento do tamanho de uma geladeira. Teoricamente o funcionamento do transistor não difere da válvula; mas com desempenho superior, menores e de produção mais barata, não demorou para tirar os computadores das universidades e instituições militares, introduzindo-os no mundo comercial. Daí que causa surpresa a declaração de alguns cientistas que naquele momento afirmaram que dez máquinas do porte do ENIAC seria suficiente para toda a necessidade de processamento de dados no mundo (Meirelles, 1994:53), evidenciando a visão limitada do emprego dessas máquinas.

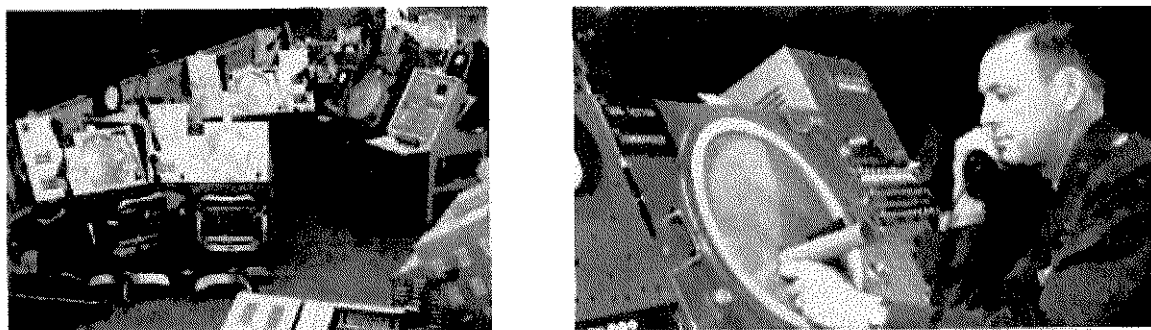
Foi durante a construção do ENIAC que o matemático húngaro John von Neumann (convidado para prestar assessoria em fase avançada dos trabalhos sob a orientação de engenheiros eletrônicos), que analisando os problemas sob a perspectiva lógica empreendida por Alan Turing, “desenvolveu a noção de criar um programa para instruir a *máquina de Turing* a se reproduzir” (Gardner, 1995:33). Isto seria possível pelo armazenamento do programa na memória interna do computador, o que evitava a reprogramação para cada nova tarefa tendo de mudar os circuitos internos a cada alteração. Tratava-se de um conceito vigoroso, cuja aplicação impulsionava a operacionalidade dos programas, já que tanto instruções como dados podiam ser codificados segundo os mesmos critérios (uma mesma linguagem), armazenados e manipulados internamente. Estava aberto o caminho para a introdução dos “complementos da programação” (Gardner, 1995:160), programas intermediários como *montadores*, *compiladores* e *tradutores* que fariam a “ponte” entre uma linguagem de alto nível conveniente às pessoas e a primitiva *linguagem de máquina* em seu absolutismo de uns (1) e zeros(0). Com isto se transpunha um obstáculo imenso e abria à computação um espectro de aplicações cujas possibilidades ficavam restritas apenas as soluções de *hardware* e *software* (equipamentos e programas), gradativamente desenvolvidos. É claro que fatores políticos, econômicos e profissionais (entre outros) acabam influenciando nesta evolução, mas inapelavelmente ela tende ao encontro das necessidades biológicas e culturais mais profundas do ser humano, que estão, de uma maneira ou outra, interferindo nos humores do mercado, autorizando tendências.

O primeiro computador a funcionar utilizando o conceito de *programa armazenado* foi o EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Computer), construído na Universidade de Cambridge, Inglaterra, em 1949, inovando duplamente por também vir equipado em seu painel frontal com vários mostradores de tubos de raios catódicos, que tinham por função revelar as operações eletrônicas do computador (*hardware*) para propósitos de diagnóstico (Jankel; Morton, 1984:18). Estes primeiros dispositivos gráficos utilizados para a saída de informação do computador eram osciloscópios de tubo de raios catódicos adaptados, utilizados inicialmente como visores para exibição de sinais de radar na forma de pontos de luz (Becker, 1964:91).

Para os norteamericanos, foi um sistema de radar computadorizado construído no MIT (Massachusetts Institute of Technology) que desponta como primeiro exemplo de uso de dispositivos gráficos a serviço de processo computacional. Este sistema, conhecido por *Whirlwind*, foi apresentado em 1951 (Morrison, 1994:36). Suas telas exibiam um mapa de área e pontos de luz que representavam a presença de alguma aeronave detectada pelo radar.

Os gráficos simples apresentados pelo EDSAC e pelo Whirlwind foram suficientes para encorajar projetos visando o estabelecimento de uma interface homem/máquina baseada na interação visual. E isto tanto pela rapidez de comunicação proporcionada quanto pela eficiência da mensagem gráfica na interpretação da informação (Whitted, 1982:767). São considerações fundamentais que atendem ao imperativo do fator produtividade e antecipam uma preocupação que dará o tom do desenvolvimento da computação: a idéia expressa no neologismo “amigável”. Mais importante para o nosso caso é que a imagem se colocava no centro deste desenvolvimento, o que significava a garantia de investimento financeiro suficiente em pesquisas tecnológicas na exploração de técnicas de representação e manipulação de gráficos em formato digital. Como o interesse partia de segmentos poderosos e estratégicos (militar, industrial), ansiosos por novidades que lhes assegurassem competitividade num período particularmente tenso nas relações internacionais marcado pelo que ficou historicamente conhecido como “Guerra Fria”, não demorou para que os resultados fossem aparecendo.

É nesta fase que se registra a introdução de um dispositivo que trazia o germe da evolução do conceito de *computação gráfica interativa*, em que repousava o potencial do computador na sua utilização como instrumento de expressão artística visual: o *light pen* (caneta óptica). Segundo Carl Machover (1978:38) a caneta óptica teria surgido como parte do sistema de defesa aérea do governo americano SAGE – Semi-Automatic Ground Environment (uma decorrência do *Whirlwind*) em meados dos anos 50, devendo ser creditada sua invenção, provavelmente, a Bert Sutherland. Neste sistema, ao serem exibidos na tela pontos de luz representando mísseis e aeronaves detectadas pelo radar, o operador decidia os alvos que interessavam. Ele fazia isto posicionando a caneta óptica sobre os pontos de luz, indicando ao computador que executasse os cálculos de localização e interceptação. Estava aí a essência da idéia de *interação*, na qual o computador respondia a uma instrução direta do operador através de um procedimento simples e natural para o usuário.



**Fig. 104** Parte da sala de controle do computador Whirlwind (1953) e operador do sistema SAGE interagindo graficamente através do uso de uma das primeiras versões da *caneta óptica* (1959).

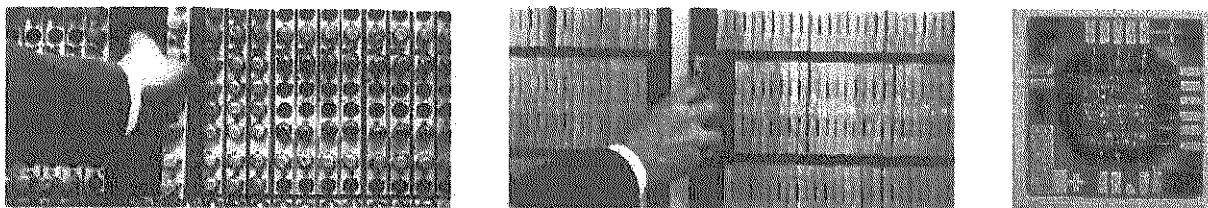
É claro que toda a cadeia de eventos que vai desde a partida do comando pelo usuário até a exibição da informação requerida no monitor de vídeo envolve uma série de operações automatizadas que para atingir bom termo necessita de uma equilibrada relação entre os dispositivos e os programas utilizados. Na eficiência deste processo residia o sucesso da computação – e mais ainda em sua porção gráfica. A despeito do reconhecimento da importância de tornar a utilização do computador o mais fácil possível para o



programador/usuário, os custos da tecnologia – que tinha, inclusive, de levar em conta a carestia do tempo de computação necessário para processar uma maior quantidade de dados em sistemas que exploravam o potencial da interação visual – pesaram decididamente para que a computação padrão na década de 1950 se sujeitasse ao ponto de vista da máquina, em detrimento da conveniência do usuário (Sutherland, 1966:86). Circunstâncias deste tipo acabaram entravando a evolução como um todo. Junto de medidas semelhantes que vão ocorrer com demasiada frequência (e nem tão defensáveis assim), contribuíram para atrasar a disseminação da computação – altos custos da tecnologia e operação complicada; como se isto fosse intrínseco à natureza da informática. Em cima disto foi se erguendo uma imagem inatingível da computação junto ao grande público, para quem lidar com este tipo de equipamento requeria uma capacidade intelectual encontrada em poucos indivíduos (os “gênios” da computação). Nada mais equivocado. Esta percepção distorcida por interesses políticos e comerciais vai ser ainda estimulada por interesses corporativos que tiram vantagem da desinformação geral. No caso da arte, aí se encontra a origem do embate inconsequente que se criou entre tecnólogos e artistas, quando se dizia que estes se encaminhavam em direção a obsolescência por não dominarem os procedimentos necessários ao manuseio do código binário (uma colocação sem sentido até porque a linguagem de máquina cada vez mais se distanciava do tratamento direto pelos próprios profissionais da área de computação).

Toda esta situação logicamente favorecia o controle da tecnologia por uma minoria que tirava grande proveito disso. Um exemplo bastante elucidativo do condicionamento da evolução da informática a interesses particulares nos é fornecido pela IBM, que retardou a subsistência dos cartões perfurados o quanto pôde (Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:128). Dona de dois terços do mercado de computação na década de 1970, com um parque de máquinas espalhadas por todo o mundo baseadas nesta tecnologia do século XIX, gerando receita mensal pelo pagamento de aluguel e consumo de suprimentos e mão-de-obra fornecidos pela própria empresa, não é de estranhar esta postura cujo prejuízo é a negação de aprimoramento à sociedade e o desfrute de sistemas mais satisfatórios (e todas as consequências positivas que isto fomentaria).

No entanto não deixa de ser interessante a observação do principal cientista do início da computação gráfica, Ivan Sutherland (1966:86), de que o afincamento em se ter trabalhado tantos anos sob o ponto de vista da máquina, permitiu aos pesquisadores um tal nível de domínio sobre seu funcionamento que as tentativas seguintes em prol de recursos a favor da conveniência humana tiveram mais chances de êxito, de modo que nos anos 60 estas conquistas começaram a se difundir. Se estava atravessando, pois, uma fase marcadamente experimental, tanto em termos de *hardware* como *software*. É significativo neste sentido o aperfeiçoamento alcançado nas pesquisas envolvendo elementos de lógica e memória, o coração (e o cérebro) dos computadores. Esquemas de endereçamento de dados, categorias de acesso a memória, tipos de memória; as transformações eram muitas e intensas. A evolução dos circuitos é um exemplo notável dessas mudanças. Mesmo tendo sido inventado na segunda metade da década de 40, o transistor só passou a ser a tecnologia dominante uns dez anos depois, após várias melhorias de projeto e fabricação ao longo dos anos 50 que redundaram na criação do *circuito integrado* (Evans, 1966:84). Com circuitos cada vez mais condensados (o que significa interconexões muito mais próximas) a velocidade era bastante incrementada.



**Fig. 105** Evolução dos circuitos. A partir da esquerda, Unidade Central de Processamento (CPU) em um computador à válvula IBM Modelo 704 (1955); exemplo de máquina transistorizada no IBM Modelo 7040 (1963); o microscópico *circuito integrado* desenvolvido pelo laboratório Bell Telephone da AT&T, comercializado desde 1964.

Por outro lado, com um *hardware* mais robusto criava-se as condições para o aparecimento de *softwares* (os programas) tanto para o controle de tarefas específicas da máquina como para o tratamento das informações requeridas pelo programador/usuário, habilitando-o a usar toda a capacidade do computador (Sutherland, 1966:89). A importância do programa conhecido como *sistema operacional* que aparece na segunda metade dos anos 50 (Velloso, 1997:89) está exatamente em assumir várias das tarefas de controle do funcionamento do equipamento (gerenciando outros programas e o fluxo de operações do computador), sempre na tendência de facilitar a vida do homem na obtenção de maior produtividade. Por sua vez, foi com o desenvolvimento das *linguagens de programação* com níveis de sintaxe dos códigos cada vez mais próximos da nossa escrita convencional que se tornou possível escrever programas sempre mais eficientes.

A primeira dessas *linguagens de alto nível* (assim chamadas por conseguir chegar relativamente próximo a forma natural humana de expressão) foi o FORTRAN, FORMula TRANslator, desenvolvida entre 1954 e 1957, por um grupo da IBM liderado por John Backus (Meirelles, 1994:72). Desde então contam-se aos milhares a proliferação destes “idiomas”, resultado de um processo contínuo de evolução técnica como também pela necessidade de atender áreas de conhecimento e aplicações específicas – caso típico das linguagens voltadas para a produção artística (abordadas particularmente no item 2.3. deste capítulo).

Ao contrário do que se poderia imaginar, estas linguagens mais evoluídas não decretaram a extinção daquelas de nível mais baixo. Na verdade se verifica uma dependência decrescente entre os níveis de linguagem, em que uma “pintura digital” é resultado da aplicação de um vocabulário gráfico no topo da escala de programação; este programa gráfico especial por sua vez é produzido por uma *linguagem de altíssimo nível* como os atuais geradores de aplicação orientados a objetos, nos quais se emprega linguagem de alto nível até chegar ao nível mais baixo dos *montadores* (Kerlow, Rosebush, 1994:41) Com isto se percebe que, com o tempo, as linguagens de baixo nível ficaram restritas a um reduzido grupo de especialistas (nas academias, para manutenção do conhecimento; e nas indústrias básicas de processadores, para suprimento dos fabricantes de computadores e desenvolvedores de programas ao redor do mundo), ainda assim com o auxílio de ferramentas apropriadas.

Em uma década a computação solucionou problemas de base e colocou a informática nos trilhos. Programar em *linguagem montadora* no começo dos anos 50 era um tédio cujo tempo consumido constituía um entrave ao desenvolvimento da tecnologia – mesmo que fosse apenas isso. Cada marca de computador usava seu código específico (Meirelles, 1994:122), dificultando o trabalho dos primeiros programadores. Superar estes entraves foi uma grande contribuição da década de 1950. Aos poucos se criaram padrões universais para a codificação de caracteres, se definiram formatos de entrada e saída de informação dos sistemas, enfim chegando nas *linguagens de programação de alto nível* que dispoem de *compiladores* e

*tradutores* podiam ser disponibilizadas para máquinas diferentes. Para a época estas conquistas foram bastante significativas, apontando para a disseminação da informática. Entretanto, isto ainda era pouco para se chegar a popularização da tecnologia.

<b>FORT RAN</b> SUBROUTINE RECT(CENTX, CENTY, WIDTH, HEIGHT, XA, YA, N) DIMENSION XA(4), YA(4) XA (1) = CENTX - (WIDTH/2) YA (1) = CENTY - (HEIGHT/2) XA (2) = XA (1) YA (2) = CENTY + (HEIGHT/2) XA (3) = CENTX + (WIDTH/2) YA (3) = YA (2) XA (4) = XA (1) YA (4) = YA (3) N=4 RETURN END	<b>Pascal</b> PROGRAM SQUARE; USES TURTLEGRAPHICS; VAR SIDE: INTEGER; BEGIN INITTURTLE; PENCOLOR(BLUE) FOR SIDE= 1 TO 4 DO BEGIN MOVE (50) TURN (90) END END END	<b>PostScript</b> 1 setlinewidth 50 50 moveto 100 50 rlineto 100 100 rlineto 50 100 rlineto closepath stroke showpage
<b>BASIC</b> 10 HGR:HCOLOR=3 20 X=50; Y=70 30 HPLOT X,Y TO X+20,Y TO X+20,Y+20 TO X,Y+20 TO X,Y 60 END	<b>Logo</b> TO BOX REPEAT 4 (FD 50 RT 90) END	<b>C</b> #include "c:\target\lg.h" main () { TGinit(); TGclear_screen(BLACK) TGfilled_rect(10,10,20,20,RED) TGend(); }

**Fig. 106** Comandos para geração de um retângulo em seis diferentes *linguagens de programação de alto nível* (segundo Kerlow e Rosebush, 1994).

Como deve ter sido notado, neste período não existia ainda a menor condição tecnológica para o uso de computadores digitais em aplicações artísticas. Equipamentos, linguagens de programação, procedimentos de entrada e saída de informação – tudo era tão precário para este objetivo que nenhum dos primeiros sistemas de computação que embutiam algum recurso gráfico (monitor, caneta óptica, scanner) foi desenvolvido visando trabalho artístico (Kerlow, 1996:4). Se a imagem passou a receber grande atenção dos cientistas da computação, isto se devia unicamente as suas inigualáveis características de comunicação – sendo assim, pela via utilitária, que na década seguinte (anos 60) os artistas passariam a dispor de instrumental digital com possibilidades de formulação plástica.

Mas se os cientistas e engenheiros da década de 1950 não percebiam (ou não se interessavam pelo) o potencial artístico que o processo lógico e mecânico da computação oferecia ao universo da arte, os artistas estavam atentos e interessados pelo que a eletrônica e a computação acenavam em termos de novas configurações visuais e – no caso específico dos animadores – a automatização do movimento.

Existem idéias incoerentes a respeito da arte e do artista que ganharam corpo no século XX e de modo algum expressam a verdade. Estas idéias pecam quando tendem ao extremismo ou se afastam da natureza da arte. É o caso do uso de regras, modelos, esquemas ou qualquer artifício clássico que permita ao artista conduzir satisfatoriamente sua tarefa de elaboração visual (esta é uma questão central para nosso estudo). Estes procedimentos estão repletos de conceitos geométricos de uma maneira prática ao exercício da atividade artística – do contrário teriam pouca serventia. Portanto, os artistas vivem imersos no domínio da matemática, mas sua relação com este universo dá-se de forma espontânea, promovendo um fenômeno extraordinário já que lidam com a lógica intuitivamente! Para se obter êxito numa arte intermediada pelo computador esta circunstância teria de ser reproduzida.

O que permite à matemática sua precisão em lidar com as coisas e fenômenos do mundo está na possibilidade que temos de discretizar (representar através de unidades distintas) aquilo que nos interessa, de modo a poder manipular os dados assim obtidos de um jeito diferente mas passível da correta apreensão da informação pretendida. É nesta característica de *discretização*, *matematização* do universo, que reside o poder e a própria existência da computação – sinais digitais consistem de amostragens discretas quantificadas numericamente (para o computador, se utilizando apenas dos números 1 e 0). Mas já vimos que a idéia de discretização vem de longe e não necessariamente implica em codificação numérica. Lembremos dos mosaicos e das rendas observados na arte de antigamente – cada quadradinho contém uma informação visual discreta, passível de referência individual. A música, que se baseia numa escala discretizada de apenas sete notas musicais, é outro exemplo antigo da participação da matemática na arte; e aqui também (e não podia ser diferente) a relação com a lógica é completamente intuitiva.

E o que dizer da animação, que apesar de sua estreitíssima relação com as artes plásticas, tem na manipulação do movimento através do tempo sua característica expressiva primordial? O tempo no cinema é registrado no celulóide na quantidade de vinte e quatro fotogramas por segundo. Como a computação, o cinema só foi possível pela capacidade de uma tecnologia ( a câmara cinematográfica) de discretizar uma ação no tempo numa sequência de quadros individuais. A animação vai explorar esta característica criativamente. Na precisão matemática – ainda que intuitiva – do controle do movimento em vinte e quatro avos de segundo (no limite da nossa percepção) se encontra o diferencial que permite ao animador condições excepcionais de encenação. Tão importante é o controle do tempo na animação que um dos princípios fundamentais desta arte categorizado pelo estúdio de Walt Disney chama-se *temporização*. O fato de que um filme pode durar minutos exige do animador um rigor na marcação do tempo, o que, desde cedo, levou os animadores a se valer de instrumento de medição. O cronômetro registra a duração da ação que é minuciosamente discretizada (quadro-a-quadro) num diagrama em escala que indica a relação cronométrica entre um desenho e outro. Mas tanto este trabalho tem de intuitivo que é comum o artista se basear num ritmo arbitrariamente determinado por ele, usando o cronômetro para medir este ritmo. De qualquer forma se exige uma atenção especial a questões de ordem matemática, que na produção de um filme de animação é intensamente experimentada.

Daí que lidar com conceitos matemáticos não é algo estranho à atividade do artista. Muito pelo contrário. O que precisa ficar entendido é que esta matemática é condicionada ao meio expressivo da arte. Ela se integra ao sistema da arte, dando suporte construtivo para que a expressão autêntica se manifeste. A história da arte é prova cabal disto.

É por não submeter-se aos desígnios da arte que a computação em moldes digitais até a década de 1950 não terá serventia como instrumento de expressão artística. Naquela altura do

avanço do conhecimento a especialização em uma área de atuação já era condição necessária para explorar novas possibilidades em determinado domínio. O conhecimento humano no século XX atingira um tal nível de sofisticação e abrangência que sua evolução ordenava uma especialização sempre crescente. Portanto, se um artista tivesse de se dedicar naquela época ao aprimoramento da tecnologia digital, ele fatalmente deixaria de fazer arte para aprofundar-se na pesquisa tecnológica. Seria mudar completamente seu foco de interesse. Noutra direção, ao optar pela utilização de tecnologia de ponta disponibilizada pela ciência com intuito expressivo, na medida que descobriam o potencial dos novos instrumentos os artistas também sentiam a limitação criativa imposta por recursos ainda muito rudimentares, mal resolvidos tecnologicamente (Halas, 1983:6). Mas foi este o caminho que vários artistas resolveram trilhar, num movimento natural em busca de novos meios de expressão que traduzissem as profundas alterações que se ia verificando no ambiente sociocultural. Como já falamos no Capítulo I, os primeiros artistas que seguiram estas tendências alternativas (pois não tinham a garantia de colocação deste produto num mercado estabelecido e cada vez mais competitivo) de maneira geral eram subvencionados por instituições ou bancavam suas ousadias técnicas com capital próprio oriundo de trabalhos regulares de arte. Os estúdios comerciais de animação naquele momento tinham seu interesse técnico voltado para o fenômeno de massa chamado televisão (então em franco crescimento), além do que a animação comercial ainda gozava das conquistas estéticas modernas recém introduzidas na década de 1940.

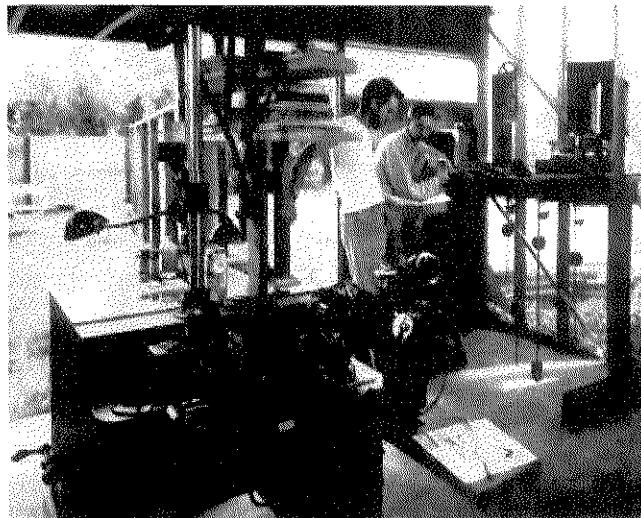
A eletrônica, através do osciloscópio de tubo de raios catódicos, foi a técnica mais avançada – com alguma viabilidade expressiva – até a década de 1950. Citamos artistas, no Capítulo I, que a utilizaram, caso do Norman McLaren e de Mary Ellen Bute. Vimos que Mary Ellen muito cedo demonstrou interesse pelos recursos da manipulação eletrônica da imagem (começo da década de 1930). Associou-se a cientistas a quem solicitava o desenvolvimento de meios técnicos mais adequados ao seu propósito. Tinha, inclusive, um interesse especial pela utilização de conceitos matemáticos aplicados a arte cinética – Mary Ellen pretendia demonstrar visualmente a beleza de ocorrências no mundo sub-atômico, até então acessíveis a mente humana meramente como possibilidades matemáticas (Bute, 1988:105). Os circuitos eletrônicos do osciloscópio, ainda que não permitissem a entrada de instruções numéricas precisas (características do computador), mesmo assim oferecia ao artista o vislumbre de um universo expressivo que seria descortinado apenas quando do advento do computador.

Mas se a ciência só veio disponibilizar computadores eletrônicos digitais passíveis de utilização na produção artística apenas na década de 1960, a arte não precisou esperar tanto para averiguar o poder da computação no acesso a uma nova instância de recursos visuais. Coube a dois artistas (os irmãos John e James Whitney) a proeza desse pioneirismo que tem início na época mesma em que aparecem os primeiros computadores, meados da década de 1940.

Já sabemos que os equipamentos digitais construídos naquele período não atendiam os mínimos requisitos para aplicação na arte. Neste primeiro momento os irmãos Whitney nem cogitavam o uso de computadores, no entanto perceberam que poderiam empregar conceitos computacionais em equipamentos convencionais e com isto obter um método inovador de produção artística. Imaginaram um dispositivo para compor e registrar graficamente sons sintéticos para suas animações abstratas, cujo princípio posteriormente seria estendido à geração das próprias imagens. Não cursaram escola técnica, sendo este conhecimento motivado apenas pela curiosidade – do mesmo modo não tiveram um treinamento formal em arte. E embora ambos lidassem com som, desenho, fotografia e cinema, de acordo com John

seu ponto de vista era o de um compositor, enquanto James era pintor (Whitney, 1988:171). John fôra introduzido nos princípios de composição musical de Arnold Schönberg, que forneceu a base para suas experiências com estruturas rítmicas. No grande interesse pelas ferramentas utilizadas no processo de elaboração artística havia o entendimento de que a projeção do instrumental era parte influente no resultado final. Para tanto montaram uma *truca* (dispositivo óptico-mecânico para manipulação de fotogramas) e uma série de *pêndulos* ligados mecanicamente a um equipamento especial cuja função seria a mesma de uma válvula. O som (inaudível) era produzido pelo movimento dos pêndulos e sinteticamente registrado na trilha óptica do filme. Os pêndulos permitiam afinação individual e total controle sobre o impulso. Dependendo da seqüência de pêndulos empregada podia se chegar um nível de precisão que ia além da discretização de vinte e quatro frames por segundo, o que dá uma idéia das possibilidades de composição. Um *pantógrafo* equipava a mesa de animação, desenhando imagens abstratas numa estrutura de tempo correlacionada a da música.

Por este sistema a permutabilidade de formas gráficas simples permitia uma grande variedade de arranjos, o mesmo acontecendo na contraparte sonora, que partia de uma gama limitada de tons seguindo um padrão estrutural pré-definido. Isto está de acordo com o conceito de algoritmo geral proposto por Alan Turing sob o qual se assenta o funcionamento do computador: estrutura simples, finita, ordenada, através da qual seria possível resolver qualquer problema complexo.

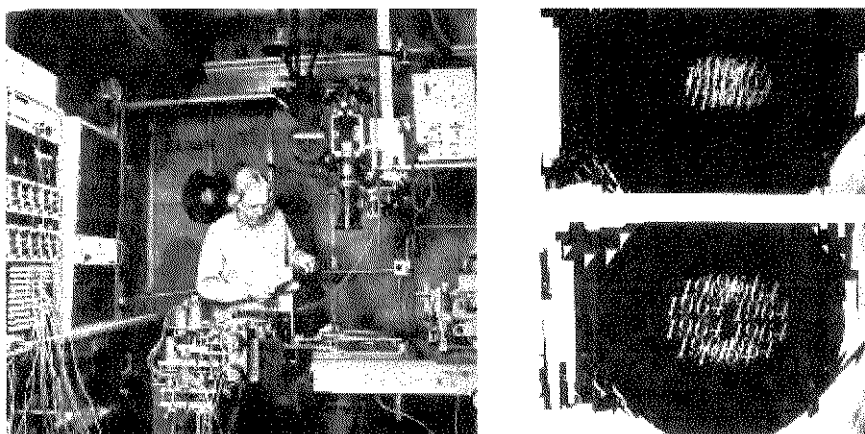


**Fig. 107** John e James Whitney entre a *truca* (primeiro plano) e os *pêndulos* (Década de 1940).

Num artigo intitulado *A Computer Art for the Video Picture Wall* (1972), John Whitney apresenta os postulados que pautaram sua abordagem computacional da arte, na seqüência da evolução da cultura musical ao longo do tempo, cujo espectro sonoro, com seus tons, ritmos e harmonias, revelavam uma ordem muito complexa de estruturas periódicas, fenômeno este observado na natureza desde priscas eras. O senso estético (neste caso, auditivo) do ser humano reconhecia este fenômeno, mas a matemática (através de Pitágoras) que veio em seu auxílio a fim de discerni-lo em uma organização perfeitamente compreensível, discretizada. No campo visual observamos o mesmo fenômeno. As cores são um exemplo sempre lembrado, neste caso até por uma equivalência com os tons da escala musical. O computador, como observa Whitney (1972:1383), podendo lidar com precisão com fenômenos periódicos, nos habilitaria a novas configurações com uma maior produtividade:

Uso o computador para gerar movimentos visuais periódicos com a intenção de revelar harmonia justaposta contra fenômenos desarmonicos. Para criar tensões, transformações; formar estruturas rítmicas afastadas de padrões seriais repetidos continuamente. Obter variações ordenadas das mudanças e criar formas harmônicas em movimento que o olho humano pode perceber e apreciar.

Acreditando no potencial do computador como instrumento de criação artística, em meados da década de 1950 John Whitney vai construir o primeiro equipamento de computação gráfica com fins artísticos e efetivamente realizar os primeiros filmes produzidos com o auxílio de um computador. Para contornar a impossibilidade de uso de máquina digital (não apenas pela então precariedade tecnológica, mas até pelo custo proibitivo dos primeiros sistemas digitais), Whitney conseguiu adquirir num descarte um computador analógico usado para controlar canhões antiaéreos, e o adaptou para controlar o movimento da câmara e dos trabalhos de arte (Russett; Starr, 1988:180-184). Por volta de 1957, Whitney passa a produzir animações de formas abstratas e tipográficas com seu equipamento de computação analógica, que posteriormente serão reunidas numa coletânea chamada *Catalog* e lançada em 1961. Um trabalho bastante conhecido dessa época, no qual foi utilizado este computador analógico, envolve sua parceria com o desenhista Saul Bass na produção da sequência animada de abertura do filme *Vertigo* (1958), de Alfred Hitchcock – lançado no Brasil com o título *Um Corpo que Cai*.



**Fig. 108** John Whitney trabalhando com seu computador analógico e imagens com efeito de manipulação gráfica típico desta máquina.

Whitney pôde usar um computador analógico como auxiliar em seu trabalho de arte pela forma de funcionamento desta tecnologia, aparentada do mundo real. Aqui se emprega circuitos e grandezas elétricas capazes de simular por analogia os mais variados fenômenos físicos (Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:40). Os computadores analógicos não são “programados” como as máquinas digitais; ao contrário, é preciso formar um circuito que modele o programa a ser desenvolvido. Isto limita bastante esta tecnologia, o que não indicava a continuidade deste tipo de abordagem – ainda que no futuro a operação realizada por esta máquina servirá de modelo para sistemas digitais empregados na fotografia de desenhos animados. Mas não deve existir dúvida quanto ao diferencial de um trabalho assim produzido, como bem esclarecem Jankel e Morton (1984:22): “Embora a arte seja toda produzida à mão, a distinta qualidade do processo computacional significa que *Catalog* tem mais em comum com a moderna técnica de animação computadorizada do que com qualquer efeito produzido à mão”.



John e James Whitney, que continuarão na década seguinte seu trabalho pioneiro em animação computadorizada, têm o mérito de demonstrar o potencial da computação como meio de ampliar as possibilidades expressivas da arte, algo que ganha ainda mais importância quando sabemos que o eixo principal do desenvolvimento da computação gráfica exatamente na passagem da década de 50 para 60 tem seu interesse completamente focado nas aplicações militar, industrial e científica – únicos mercados capazes de arcar com os altos custos das pesquisas e aquisição dos equipamentos (também porque os rígidos e assépticos gráficos digitais inicialmente produzidos, se já acenavam possibilidades revolucionárias para a ciência que até então esteve na dependência limitante de registros diretos de imagens – não tendo acesso ao poder discriminatório da modelização visual matematicamente precisa – para a arte, com seu magnífico repertório visual à disposição, gráficos desta natureza mais significavam um retrocesso, o que, naquele momento, justificadamente não era ainda capaz de despertar um interesse amplo no âmbito artístico).

Estas observações serão evidenciadas na medida em que avançarmos pela década seguinte (os anos 60). Entretanto já temos condições de caracterizar alguns pontos que aqui se verificam e que vão determinar a postura inicial (duvidosa, confusa) quanto a abordagem do computador como instrumento de expressão artística. Senão, vejamos.

A opção tecnológica de John Whitney com seu computador analógico para a produção de arte estaria na mesma condição do praxinoscópio de Emile Reynaud no século XIX (ver capítulo I, página 13). Ambos optaram por um processo tecnológico em fins de sobrevivência, embora fosse a saída para se chegar a formulações artísticas ainda impossível às tecnologias de ponta (num caso, o cinema de película, e no outro a técnica digital). Como Reynaud, John Whitney era um artista de grande qualidade, mas também se viu, por todo o tempo, demasiado enfeitiçado pelo encanto da máquina, subserviente ao seu determinismo. Isto não tira sua importância (o mesmo acontecendo com Emile Reynaud), mas o põe à margem do desenvolvimento da animação computadorizada – que deveria continuar norteadas pela busca da flexibilidade e abrangência expressiva – com uma obra que acaba valendo mais como experiências científicas de possibilidades artísticas, em que se chega mesmo a transparecer o gosto pela intromissão da “vontade” da máquina no resultado formal alcançado. Isto que foi resultado de pura limitação tecnológica (naquele período tanto por parte da computação analógica quanto digital) vai ser propagado, inclusive pelo próprio John Whitney (quando já havia feito a transição para uso de equipamento digital nos anos 60), como depositário da mais revolucionária contribuição a que uma arte intermediada pelo computador poderia almejar (algo, como se pode ver, extremamente discutível). Aliado a utilização de procedimentos alheios ao universo artístico para a introdução da informação visual no suporte eletrônico – se valendo de métodos indiretos de programação – estava criada as condições para se introduzir o discurso desnortado da relação da ciência com a arte; e de como os artistas se veriam obrigados a se adaptarem às exigências da novíssima tecnologia. Portanto, já temos nesta etapa o aparecimento de elementos que irão balizar os debates na esfera da estética. E justamente por partirem de premissas incertas (no mínimo mal encaminhadas) jamais chegarão a alguma definição de valor, apenas enfraquecendo o bom entendimento – comprometido pela inexistência de informações ou a oferta de dados ardilosos fornecidos pelas empresas e pesquisadores que enxergavam vantagens mercadológicas num ambiente excitado pelo confronto (Solomon, 1994:299). O mais incrível é que estas idéias anacrônicas subsistiram até a década atual (anos 90), quando o aprimoramento da tecnologia digital então verificado já havia liquidado com qualquer pretensão deste (des)enfoque de

argumentação – o que só se explica por interesses que vão além da arte, mas que acabam lhe afetando.

O fato de que a arte se vale de procedimentos técnicos para sua consecução em nada contribui para sua caracterização como atividade científica. Também não é a técnica que caracteriza uma atividade como sendo científica (por mais inusitada e sofisticada que seja), mas o seu objetivo – e o objetivo da ciência está situado no extremo oposto ao da arte.

Finalmente, podemos constatar que a computação gráfica (ou a animação computadorizada) não configura uma arte autônoma, com uma linguagem expressiva própria. Ela vai chegar como uma opção técnica a mais (significativamente versátil) para incrementar o cardápio à disposição do artista no desenho, na pintura, no cinema, na animação, etc., se valendo dos mesmos princípios aqui existentes. Denominações que serão utilizadas futuramente mais como forma de distinção ao mesmo tempo como que querendo definidoras de uma sintaxe própria (caso de *computer art*, *computer animation*, *desktop publishing*), não passam de equivalentes contemporâneos à técnicas como óleo sobre tela, litografia, acetato, recortes, técnicas tridimensionais, diagramação editorial, etc., portanto fazendo parte de grandes sistemas já clássicos de expressão, há muito estabelecidos, e não em si constituindo uma nova arte. O que não significa que a computação gráfica não tivesse força suficiente para inaugurar uma tendência expressiva inexistente. Só que, a despeito dos incríveis recursos formais e cinéticos posteriormente experimentados, estava em algo completamente inédito – pura contribuição da tecnologia digital – o suporte para a deflagração deste acontecimento: na possibilidade de retorno, de uma resposta dinâmica e imediata ao comando do usuário que o computador em breve vai permitir, sobressai a característica que permitirá o surgimento de um conceito novo de arte – a *interação em “tempo real”* (que só poderia existir numa relação “direta” homem/máquina, o que pressupõe, inclusive, a superação de linguagens de alto nível) será responsável por esta novidade e terá, naquilo que ficará conhecido por *jogos eletrônicos*, sua materialização expressiva autêntica e plena de possibilidades. Interessante perceber que, do mesmo jeito que aconteceu com a animação no começo do século XX, desprezada pelos intelectuais ocupados com manifestações artísticas ditas sérias, os jogos passam incólumes pelos discursos cada vez menos inteligíveis dos teóricos contemporâneos, que por não reverberar na sociedade abre o flanco a uma insidiosa e simplista penetração de literatura tecnicista (com pretensões estéticas) de autoria de especialistas em informática que aos poucos vão tomando conta do mercado editorial, contribuindo para a formação de um público consumista e acrítico, dificultando a melhoria da produção.

### 2.3. Década de 1960 – Advento da Computação Gráfica

Foi mencionado, no início deste Capítulo, o fato imperioso (embora natural e extremamente salutar) de ponderarmos novos acontecimentos em vista de ocorrências semelhantes no passado. A computação gráfica se insere na já longa trajetória de invenções destinadas ao trato com imagens. Em vista disso, é comum encontrarmos autores fazendo analogias com antecedentes tecnológicos como forma de assegurar uma compreensão satisfatória do fenômeno em questão. No caso da computação gráfica, se apela com frequência para uma comparação com a fotografia, tanto por partilharem da origem técnico-científica quanto em virtude do impacto de ambas na representação visual e implicações socioculturais decorrentes.

Entretanto, seria mais conveniente, também nesse caso, mantermos a estratégia adotada originalmente de nos pautarmos pelo referencial da animação. Isto porque a animação (da mesma forma que o desenho, a pintura e a escultura) não tem sua existência condicionada a um artefato específico, o que reafirma ainda mais sua condição de arte, enquadrando a computação gráfica na perspectiva correta de serviço que vem se integrar à galeria de recursos técnicos, ampliando as possibilidades expressivas destas categorias artísticas. Não deve haver engano: não se discute o determinismo tecnológico na existência e cultura humana, mas a arte, como já dissemos, se encontra na mente do homem – a técnica está aí (ou é desenvolvida) para concretizá-la.

Assim, num paralelo, poderíamos dizer que a década de 1960 está para a animação computadorizada assim como o período que vai de 1900 a 1910 se coloca para a animação tradicional, em que as técnicas básicas passam por uma fase de intensa experimentação e descoberta. Se nos anos 50 a trajetória das máquinas de computar na relação com a arte foi praticamente nula, não se pode dizer o mesmo quanto aos dez anos seguintes. Num levantamento realizado para a ACM SIGGRAPH (Special Interest Group on Computer Graphics of the Association for Computing Machinery), principal organismo mundial a tratar dos interesses técnico-científicos da computação gráfica, Rosebush e Sylvan (1992:11) chegaram a identificar mais de 250 filmes em animação computadorizada produzidos na década de 1960. Apesar de se verificar trabalhos com intenções artísticas, estas produções praticamente se resumem a demonstrações do potencial da tecnologia para diversos propósitos além de seu próprio funcionamento. Não podia mesmo ser diferente; os recursos eram de difícil aplicação técnica para se envolver em projetos de criação artística.

A despeito das experiências de John Whitney na produção de seqüências animadas utilizando um computador analógico na segunda metade da década de 50, todas as pesquisas – e os resultados visuais – envolvendo computação gráfica digital, virão à tona na década de 1960. Mesmo a fita intitulada *Catalog*, contendo os ensaios analógicos de Whitney, vem a público em 1961. O que interessa é notar a utilização, por Whitney, de procedimentos computacionais num tipo de máquina para a produção de animação cujo funcionamento e tecnologia empregada era bem diferente da abordagem digital. Portanto, estes indicadores são suficientes para localizar na década de 1960 o nascedouro da computação gráfica.

Até meados da década o empreendimento da computação gráfica digital foi um propósito exclusivamente científico. Com isto, muitas das primeiras imagens e filmes computadorizados foram realizados em laboratórios, sob a ótica de cientistas sem embasamento artístico (Kerlow, 1996:8). Nesta primeira metade da década são registrados em torno de uma dúzia de animações computadorizadas, curtas seqüências experimentais realizadas com equipamentos e sistemas projetados para outros propósitos (Sinden, 1965:288), embora os fabricantes estivessem começando a perceber o interesse do mercado para trabalhos com imagem. Em si esta constatação não encerra nenhuma novidade, visto que sempre existiu interesse por informações gráficas. O problema estava nas condições tecnológicas da computação digital em oferecer máquinas capazes de processar imagens. No entanto, nada melhor que a pressão do mercado para impulsionar as pesquisas.

Por volta de meados dos anos 50 já se teorizava a respeito de computadores interativos em sistemas do tipo CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) baseados em equipamentos disponíveis, apontando conceitos que viriam a ser aproveitados num futuro próximo, como o emprego de modelos virtuais e instrumentos para controle de

transformações de *primitivas* (formas gráficas manipuláveis no computador). É o caso de um artigo de George Price publicado em 1956 na revista *Fortune*, citado por Rosebush e Sylvan (1992:108), cuja “Máquina de Desenho” seria baseada num computador IBM 704 utilizando um tubo de imagem com memória, fabricado pela Hughes. De fato, este foi o primeiro computador comercializado a oferecer a opção de adaptar uma saída de vídeo – inclusive trazendo a instrução para avanço do frame – mas se destinava a gravação em microfilme e não uma exibição interativa (ainda funcionava à válvula). Devemos lembrar que nos anos 50 o sistema de defesa norteamericano SAGE apresentava interação com o usuário apenas para indicação de informação limitada; não possibilitava manipulação de primitivas gráficas, mesmo se tratando de um sistema gigantesco (utilizava válvula), desenvolvido ao custo de milhões de dólares. Naquele momento a simples idéia de associar o tubo de raios catódicos ao projeto de um computador era algo extraordinário (Rivlin, 1986:16).

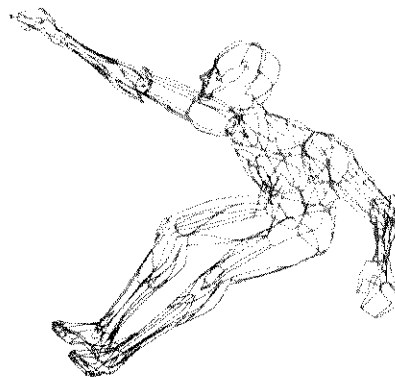
Entre 1959 e 1965 o transistor efetivamente vai substituir a válvula, permitindo que apareçam máquinas com velocidade e preço compatíveis a projetos gráficos. Isto não significa necessariamente máquinas adequadas ao trabalho de computação envolvendo imagens, apenas a tecnologia se colocava num plano acessível a este tipo de empreendimento por grandes empresas industriais que enxergavam o ganho de produtividade na maior eficiência de seus projetos oferecida pela computação digital, da mesma forma que melhoraria a organização do processo de manufatura. A IBM vai tratar de lançar os modelos de máquinas transistorizadas que irão integrar os primeiros sistemas de desenho computadorizado, caso de computadores tipo *mainframes* (assim chamados devido seus enormes componentes estarem alojados em grandes armações metálicas) como o IBM 1401 e seu sucessor, o modelo 7094. Talvez ainda mais significativo da tendência de máquinas menores, mais baratas, visando aplicações específicas de modo a obter melhores resultados tanto no abastecimento de dados quanto em seu processamento (detalhes fundamentais para o trabalho gráfico), foi a fundação da DEC – Digital Equipment Corporation, em 1957 (Meirelles, 1994:55). Em 1959 a DEC demonstrou o PDP-1 (Programmed Data Processor), e em 1963 produzia comercialmente o PDP-5 a um custo de 120.000 dólares.

É interessante perceber como estas questões de natureza puramente tecnológica e empresarial na área da computação, completamente sem relação com a arte, possivelmente tenham maior importância para seu avanço expressivo posterior do que os estudos visando a implementação de informações visuais na máquina através de algoritmos diversos. Afinal, os conceitos artísticos fundamentais já existiam, e para que os algoritmos que os iriam simular pudessem ser desenvolvidos, haveria de se ter máquinas capazes de suportá-los permitindo interação visual. Por este ponto de vista a figura do pesquisador norteamericano Ivan Sutherland emerge como tendo feito a maior contribuição para o desenvolvimento da computação gráfica, pois ajudou a inventar e dedicou-se ao aperfeiçoamento do que viria a ficar conhecido como *processador gráfico*, um componente eletrônico destinado a lidar exclusivamente com dados visuais, de maneira a facilitar o pesado trânsito deste tipo de informação dentro da máquina e sua instantânea exibição no monitor de vídeo. No processador gráfico estão embutidas rotinas especiais (seções de código) que são acionadas pelo programa de desenho, acelerando o funcionamento do sistema como um todo.

No começo, como quase sempre acontece, as coisas não eram fáceis. As pesquisas iniciais já tinham a preocupação voltada para os conceitos tecnológicos e técnicas para sua implementação, que envolviam maneiras de descrever e representar informações visuais,

acreditando na superação de problemas como a entrada de dados no sistema. Uma coisa era certa: o mundo real fornecia os modelos e a meta estava em alcançar a produção de imagens realísticas (Csuri, 1974:503). De maneira geral os objetivos iam desde o desenvolvimento de *hardwares* de apoio a gráficos e *linguagens de programação* baseada em gráficos, chegando a busca de estruturas de dados para representar e manipular modelos bi e tri-dimensionais, além de algoritmos para resolver problemas de geração de dados, perspectiva, tonalização, etc. Steven Coons, então trabalhando no MIT (Massachusetts Institute of Technology), é citado como um dos primeiros a ter encaminhado solução para a computadorização de coordenadas espaciais (Rosebush; Sylvan, 1992:111); ele formulou a tese de “coordenadas homogêneas”, incluindo a posição e representação de dados, possibilitando transformações gráficas como dimensionamento, translação, rotação e desvio; sem esquecer da integração da perspectiva ao sistema. Antes disso, William Fetter, outro desses pioneiros da computação gráfica, fazendo pesquisa na Boeing Aircraft Company em 1960, já trabalhava com vetores gráficos 3D, traçados a partir de partes de modelos de aeronaves. Através deste método Fatter vai produzir os primeiros exemplos de figuras humanas digitalizadas, utilizadas em algumas das primeiras animações computadorizadas (Burtnyk; Wein, 1977:403).

Fig. 109 Modelo aramado 3D produzido por William Fetter (Boeing Aircraft Co. , 1964).



Aliás, William Fetter é quem vai cunhar a expressão *computer graphics* (computação gráfica) por volta de 1963. Segundo Carl Machover (1978:40), um comerciante de computadores daquela época que ainda desfrutava de grande reputação como consultor na área de computação gráfica, este termo não era, de maneira alguma, uma referência universalmente empregada para se referir a esta tecnologia. Ele relaciona várias designações: *electronic displays*, *computer controlled displays*, *information displays*, *evaluated data displays*. Na Inglaterra se utilizava *VUBU-Visual Unit Back-Up*.

Um fato que salta aos olhos é o completo domínio dos norte-americanos no desenvolvimento da computação gráfica. Isto aconteceu em virtude da percepção e do enorme interesse do governo dos Estados Unidos pelo que a computação gráfica poderia oferecer para a área militar, levando a uma injeção de capital em alguns centros de pesquisa universitários cujo montante fôra calculado em bilhões de dólares (Rivlin, 1986:28). Por outro lado, a iniciativa privada daquele país, com a maioria das principais potências industriais do planeta (empresas do porte da Boeing, McDonnell Douglass, Lockheed, General Motors, General Electric, AT&T, IBM, entre outras), estavam atentas a movimentação dos mercados e verificavam a vantagem competitiva que a informática trazia para as mais variadas aplicações nas quais a informação gráfica desempenhava papel significativo, levando-as a investir valores consideráveis no desenvolvimento da computação gráfica.

Um detalhe que não passou despercebido por estes empresários foi o apelo que a tecnologia exercia no público, extasiado com os espetáculos espaciais que a ciência vinha promovendo. Elaboradas campanhas publicitárias tratariam de vender uma imagem de eficiência e progresso associada a produtos e serviços nos quais a computação estivesse presente, de tal modo que imediatamente se constatou uma irracionalidade por parte dos consumidores. Registra-se que em relação ao produto “computador” (considerando as diferenças de escala comercial), chegou-se a produzir os mesmos fenômenos de consumismo que assaltaram o mercado de eletrodomésticos (Berenguer; Corominas; Garriga, 1979:35). Portanto, desde muito cedo o marketing vai estar de tal forma agregado a tecnologia digital que contar vantagem vira questão de sobrevivência neste negócio – e estas vantagens, como muitos hoje reconhecem, na maioria das vezes não corresponde bem a verdade. Bastaria, para tanto, fazer alusão as agressivas campanhas que alardeiam a performance de *hardwares* e *softwares*, em que cada nova versão desautoriza a afirmação anterior, já que sempre são apresentados como o autêntico estado da arte.

Em seu artigo de 1978 no qual traça um breve panorama da evolução da computação gráfica, Carl Machover faz uma referência a este hábito já na chamada da matéria: “A computação gráfica já atingiu a maioridade? Sim, várias vezes” (1978:38). Como se vê, isto passou a ser tratado com naturalidade e até com ironia. Se incorporou a cultura informática. E esta opção de se promover às custas da propaganda associada a produtos de avançada estirpe técnico-científica vai contaminar cientistas, teóricos e artistas a partir de meados da década de 60, quando a computação gráfica começa a ganhar visibilidade.

O acontecimento que é considerado pela comunidade científica de computação gráfica como o marco do desenvolvimento desta tecnologia é o sistema de desenho *Sketchpad*, base da tese de doutorado de Ivan Sutherland apresentada no MIT em 1963 – *Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System*. Este sistema apresenta operações fundamentais empregando *estrutura de dados* (organização da informação de modo que sejam interpretadas e submetidas a uma execução específica) e estabelece as bases teóricas do *software* para computação gráfica. O mais importante, porém, é que este foi o primeiro grande exemplo de um sistema que permitia ao homem se “comunicar” de uma maneira natural e eficiente com o computador (Whitted, 1982:767), pois as atividades eram baseadas em imagens escolhidas a partir de um *menu*, desenhando interativamente à mão livre, podendo, igualmente, editar o objeto gráfico.

Pesquisando no MIT desde os anos 50 associado ao projeto de defesa aérea SAGE do governo norteamericano, cujo programa foi dirigido por esta instituição acadêmica, Sutherland tinha plena consciência do trabalho que era pertinente a máquina e a condição do homem neste processo. Seus trabalhos e suas afirmações naquela época não deixam dúvida: “O fato facilmente esquecido quando o computador executa prodigiosas operações de cálculo é que o homem é a razão para isso tudo” (Sutherland, 1966:86). Analisando detalhadamente todo o processo do que era necessário para atender ao eficaz funcionamento do computador, embora reconhecendo a imperiosa particularidade do seu uso pelo homem, ele chegara a única conclusão que poderia determinar a integração produtiva desta tecnologia no amplo tecido social, satisfazendo a exigência para transformá-la em algo verdadeiramente revolucionário: a facilidade de uso. É a partir disso que a imagem vai assumir um papel central no desenvolvimento da informática, e na prática colocando a evolução da computação gráfica no centro do avanço da tecnologia digital.

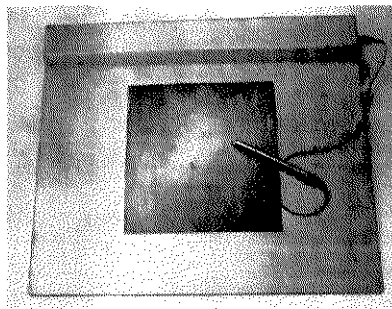


Fig. 110 Protótipo da *mesa digitalizadora* – ou *mesa gráfica* (Rand Tablet). Rand Corporation, 1964.

Isto significava o melhoramento de técnicas tanto para a entrada como para a saída de informação do computador, redundando no aperfeiçoamento ou invenção de instrumentos que tornasse possível satisfazer estas necessidades. A esse respeito o pesquisador Thomas O. Ellis (Rand Corporation) vai responder disponibilizando a *mesa digitalizadora* (uma variação do conceito da caneta óptica, no qual uma prancheta é utilizada para receber informação à mão livre a partir do uso de um dispositivo semelhante a uma caneta – porém, ao contrário da caneta óptica, não contém foto-célula para responder a impulsos luminosos, mas ativa, através de pulsos elétricos, pontos dispostos numa malha sob a superfície da prancheta, um procedimento mais cômodo para a tarefa de desenhar); e o popular *mouse*, introduzido por Douglas Engelbart, então trabalhando no Stanford Research Institute em 1963 (Morrison, 1994:38). Estes dispositivos, como todos sabem, tornava possível entrar com diagramas e desenhos no computador sem o processo demorado e incômodo (que exigia conhecimentos específicos) de reduzi-los manualmente à coordenadas numéricas. Com monitores eficientes para que o usuário tivesse acesso às informações processadas pela máquina numa apresentação de leitura mais direta (de maneira geral gráficos são muito mais práticos que colunas de caracteres alfanuméricos), estava quase fechado o ciclo para o uso satisfatório do computador. Havia que tratar de encontrar maneiras de habilitar o computador a lidar com estes tipos de dados. Ao torná-lo capaz de aceitar uma ampla variedade de entrada de dados, abria novas perspectivas de usar tais regras para especificar o que o computador devia fazer. Isto significava, entre outras coisas, implementar linguagens de programação baseadas em gráficos ao invés de instruções digitadas – o que, sem dúvida alguma, poderia ser muito mais conveniente para especificar vários processos de transações matemáticas levadas a cabo pelo computador. Basta lembra dos operadores booleanos.

Embora focando nosso interesse nos quesitos mais estreitamente relacionados a parcela gráfica da computação, devemos ter sempre em consideração a estreita ligação entre as diversas operações realizadas pelo computador. Por exemplo, estes aspectos de que estamos tratando a respeito de interação por meio de recursos visuais, só conseguia evoluir porque se dispunha de circuitos eletrônicos cada vez mais eficientes, memórias mais rápidas, programas de gerenciamento de tarefas corriqueiras (sistemas operacionais) continuamente aperfeiçoados – de maneira a automatizar funções – sob pena de inviabilizar a informática. Aliás, justamente aí está sua razão de ser. Só assim se poderia dar seqüência aos melhoramentos no uso de gráficos.

É o caso das pesquisas pela especificação de formatos de dados e a melhor maneira de tratar com a informação. O formato adequado de uma informação para o homem é bem diferente daquela processada pela máquina. Ao nível da simbologia numérica, nossa preferência recai sobre números decimais, enquanto o computador funciona através de notação binária. Tem ainda a diferença de formato no qual a informação entra na máquina e



aquela apresentada na saída. Ou seja, não é suficiente que o computador calcule e forneça um resultado. A resposta apenas será útil se levada ao entendimento humano. O sistema precisa converter a informação que recebe oriunda de uma ação natural por parte do homem, convertê-la em voltagens elétricas de acordo com a lógica binária e reconvertê-la para exibição analógica apropriada à percepção humana. Jamais a informática teria caminhado em direção a ubiqüidade se essa atividade essencial não fosse cumprida de forma automática e instantânea. É quase inacreditável que houve um tempo (logo ali atrás) em que alguém tivesse que fazer, fora da máquina, a conversão de uma informação visual em coordenadas numéricas antes de alimentar o computador para que este lhe apresentasse um arremedo do que alguns quisessem chamar de arte. Tão anacrônico seria, no caso de um trabalho técnico ou científico, em que se precisasse de uma saída gráfica mas o computador só apresentasse a informação na forma de colunas de números, tendo o usuário de proceder a conversão para formato gráfico a fim de compreender a resposta. Sem falar no tempo perdido em tais ocupações, no trabalho da área técnica este procedimento implica em grande risco de desorientação e erro. Na área artística a situação é ainda pior, pois nos submetemos as condições impostas pelo instrumento (sem sequer enxergar o que se está fazendo), resultando simplesmente na negação da verdade expressiva já que o indivíduo se permitiu ser anulado.

A superação de problemas desta importância é que vai viabilizar a aplicação da computação gráfica na década de 1960, com o aparecimento de diversos sistemas experimentais contando com diagramas ao invés da digitação de caracteres alfanuméricos como meio de comunicação entre o homem e o computador. Não que o teclado não tivesse serventia para o trabalho de construção plástica na máquina. Trata-se de mais um periférico a disposição do artista, notadamente útil para introduzir *caracteres* como elementos formais ou dados para agilizar determinadas ações.

Basicamente os *sistemas de desenho computadorizado* interpretam o movimento da caneta (ou *mouse*) e as instruções dadas pelo usuário através de um painel de botões ou o teclado; a partir dessa informação o computador constrói um desenho em sua memória. A exibição em “tempo real” na tela do monitor vai depender do programa de desenho e do desempenho da máquina. É aqui que faz toda a diferença o processador gráfico ao qual fizemos referência há pouco.

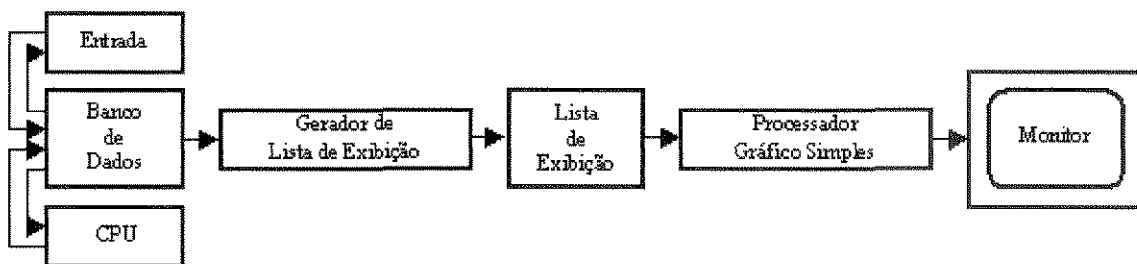
O processador gráfico interpreta diferentes formatos de informação contidos na memória para dar-lhes sentido em termos da imagem a ser produzida. Se encarrega de converter estas informações em sinais elementares que acionam o circuito analógico do monitor para gerar as imagens. Mas para isto o programa de desenho deve ser concebido levando em conta o processador gráfico, que conseqüentemente afeta os critérios de programação que devem ser usados com o sistema. Esta peça de hardware respondia por mais da metade do custo de um sistema de exibição, e no final da década, segundo Sutherland, a evolução de seu projeto estava muito longe de estar completa (1970:65).

A clareza intelectual de Ivan Sutherland o guiava no caminho certo para seu propósito, já que a função da computação gráfica era vista em termos rigorosamente práticos: representar objetos de qualquer tipo e prover uma maneira de os manipular. Suas observações sobre a natureza das coisas a serem representadas o fez perceber que estas possuem partes constituintes que deviam ser tratadas de maneira completamente independente, com isso introduzindo o importante conceito de *objeto modelável* (Morrison, 1994:37). Significa que não dispomos apenas da *imagem* de um objeto, mas temos o seu *modelo*, de maneira que podemos alterar suas partes sem com isto afetar seus outros componentes. Sem dúvida se trata

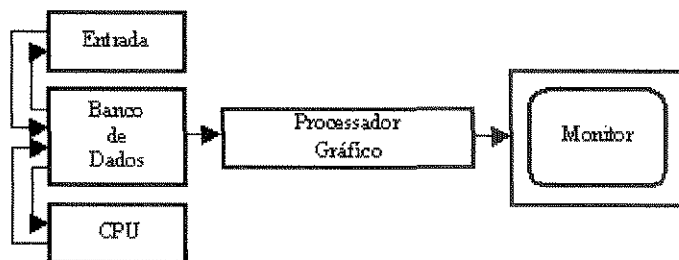
de uma das maiores contribuições da computação gráfica, com implicações revolucionárias nas formulações plásticas (seu impacto será mais rapidamente sentido no desenho industrial).

Através de vínculos entre partes de um objeto podia se criar uma tabela com estas informações, formando um *banco de dados* que podia ser manipulado a qualquer instante. Este banco de dados também podia ser utilizado de diversas maneiras, substituindo, adicionando ou deletando informações, e claro, exibir o que possa interessar no monitor do sistema – sendo importante notar que a representação gráfica da informação no banco de dados é apenas uma das várias maneiras de a informação ser usada (Sutherland, 1970:65). Mas o formato da informação no banco de dados não era normalmente adequado para uso direto pelo processador gráfico. É que o banco de dados armazena informações gerais a respeito do objeto, enquanto o processador gráfico necessita de informações sobre particularidades mais específicas. A solução para este inconveniente foi a elaboração de um programa armazenado no próprio *hardware*, chamado *lista de exibição*, que atuava como uma representação secundária do objeto junto ao banco de dados. A lista de exibição fazia a conversão de informações do banco de dados, envolvendo operações como cálculos geométricos necessários a transformações de coordenadas bidimensionais (a partir de coordenadas tridimensionais) para a exibição em perspectiva.

Infelizmente não era qualquer computador que estava em condições de proceder a este tipo de computação geométrica. Por esta razão os projetistas começaram a providenciar maior capacidade de computação aos processadores gráficos para permitir a interpretação direta do banco de dados, assim eliminando a necessidade de trabalhar com a lista de exibição (circuitos menores e mais rápidos que foram aparecendo ao longo da década permitiram a inclusão de subrotinas para assumir estas funções). Estes novos processadores gráficos projetados para manipular tais exigências da computação gráfica começaram a chegar ao mercado no início da década de 1970 (Sutherland, 1970:67).



**Fig. 111** Esquema de exibição. No gráfico superior a estrutura do sistema com o apoio da *lista de exibição*. Ao lado, no sistema com *processador gráfico* mais avançado, a *lista de exibição* e o *gerador de lista de exibição* são eliminados, tornando mais ágil o processamento da imagem (Sutherland, 1970).



Bem, tudo isto exigia capacidade de processamento que apenas equipamentos muitíssimo caros podiam oferecer – mesmo assim, com gráficos simples. Quando a partir de meados da década de 1960 minicomputadores como os do tipo PDP eram capazes de trabalhar próximo deste nível, os preços acima dos 100.000 dólares limitavam o acesso aos gráficos. Para completar, as quebras frequentes ou simplesmente o mal funcionamento de uma tecnologia

ainda em estágio notoriamente experimental, impedia seu afastamento dos laboratórios das instituições e grandes empresas que a estavam desenvolvendo.

Por quase toda a década os laboratórios do MIT (que desde o começo da era digital estivera na frente das pesquisas) e da Bell Telephone vão se destacar no empreendimento da computação gráfica. Afinal, foi no primeiro que tudo isto realmente começou, quando Ivan Sutherland demonstrou vários desses conceitos no sistema *Sketchpad*, estabelecendo um padrão de abordagem para sistemas de desenho computadorizado que ainda se verifica na maior parte das opções atualmente disponíveis. Se William Fetter introduziu a expressão *computação gráfica*, Ivan Sutherland, com o *Sketchpad*, tratou de dar-lhe sentido e impulsionar seu desenvolvimento.



Fig. 112 Ivan Sutherland usando o *Sketchpad* (1962).

Para que os gráficos produzidos no *Sketchpad* fossem vistos quase imediatamente (em “tempo real”), Sutherland contava com a potência dos mais poderosos computadores à válvula da época, máquinas como o Whirlwind e o TX-2, aquelas mesmas associadas ao milionário sistema SAGE de defesa aérea. Mais o uso interativo da caneta óptica que assinalava o desenho na tela do monitor, num acesso direto a memória da máquina, e estava criado o conceito de *sistema amigável*. Um artista podia desenhar diretamente na tela utilizando primitivas gráficas simples (linhas, círculos, triângulos). Conectava pontos com uma linha reta, apagava segmentos de linhas, definia porções do desenho (ou a figura completa) que ele gostaria de copiar ou mover para outra parte da tela, rotacionar e espelhar objetos, armazenar na memória, recuperar e reconstruir o objeto. Tudo isso com uma mão manuseando a caneta óptica e a outra operando botões que controlava o tipo da operação de desenho que se queria executar (King, 1969: *Movies from Computers – An Interim Report*).

Como explicamos há pouco, esta interatividade era proporcionada pelo que Ivan Sutherland chamou de *processador gráfico*. Para entendermos melhor o funcionamento do *Sketchpad* e a ação do processador gráfico por trás deste sistema, ilustramos com o diagrama abaixo seguido de descrição fornecida por Rivlin (1986:19):

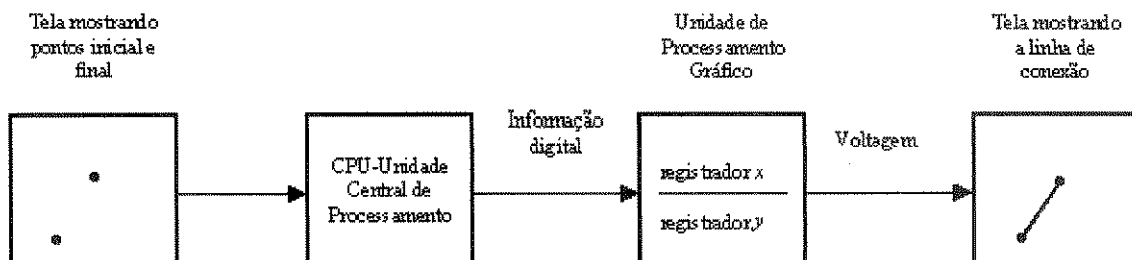


Fig. 113 Desenho interativo proporcionado pelo *processador gráfico*.

Para desenhar uma linha, primeiro indica ao computador a ação que se deseja executar, em seguida aponta o lugar do primeiro ponto e move o cursor para o ponto final. As coordenadas dos dois pontos é enviada a CPU (Unidade de Processamento Central do computador) através da caneta óptica. A CPU imediatamente calcula a direção da linha baseada nas coordenadas dos pontos nos eixos X e Y, assegurando valores arredondados dentro dos parâmetros especificados, rejeitando qualquer outro que não se ajuste à linha pretendida. Então as coordenadas X, Y abastecem o processador gráfico, que possui duas memórias de registro: uma para valores de X e outra para os de Y. Os valores são lidos aos pares, criando uma voltagem que direciona o feixe de elétrons do tubo de raios catódicos para as coordenadas X, Y apropriadas da tela, formando a trilha de pontos na camada de fósforo. Os pontos de fósforo são tão pequenos e acondicionados tão próximos que faz com que se perceba os pontos traçados como uma linha sólida. O processador gráfico torna possível a exibição do modelo numa estrutura de arame na tela do monitor.

O Sketchpad foi sendo aperfeiçoado no próprio MIT, onde Timothy Johnson acrescentou a possibilidade de desenhar e visualizar objetos em três dimensões (Jankel; Morton, 1984:19).

Paralelamente, outros sistemas de computação gráfica bastante avançados para a época estavam sendo desenvolvidos por empresas privadas, inclusive também contando com abordagem interativa. Afinal, o potencial e interesse despertado por esta tecnologia impedia que seu domínio ficasse restringido a um controle unilateral.

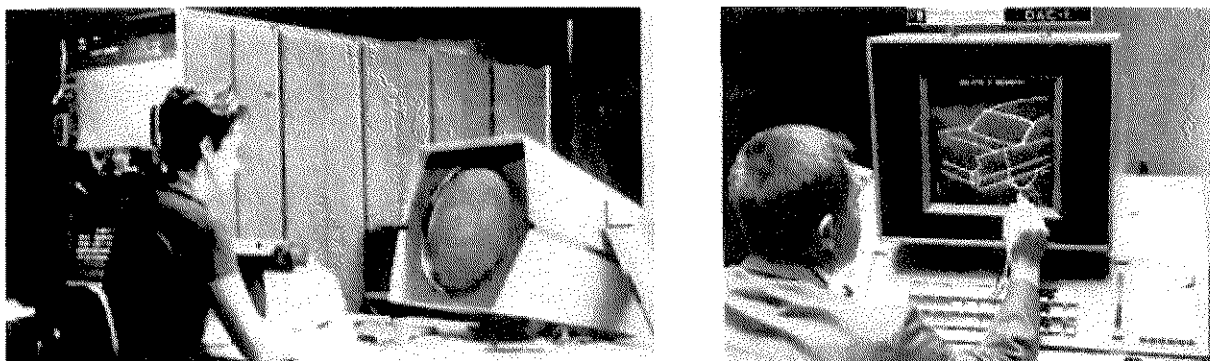
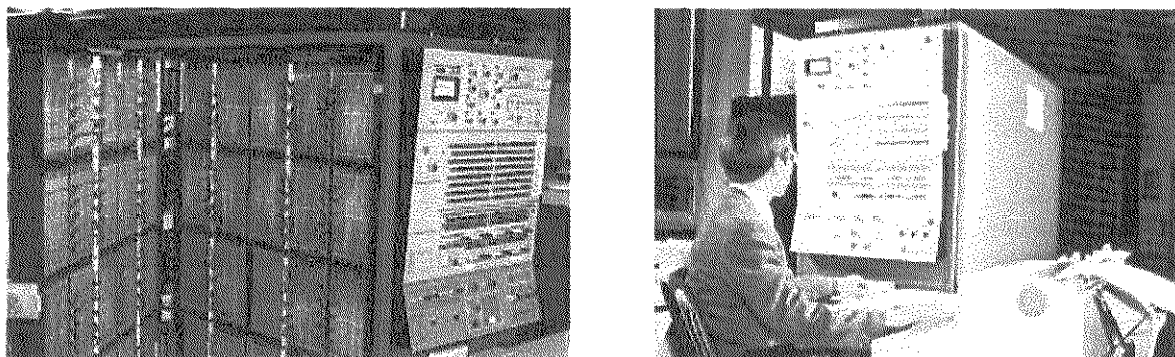


Fig. 114 Sistema gráfico Type 30 (DEC – Digital Equipment Corporation) e DAC -1/Design Augmented by Computer (General Motors/IBM).

É o caso da DEC que já no começo dos anos 60 lança comercialmente seu equipamento gráfico interativo Type 30. Ao contrário, a General Motors em parceria com a IBM constrói um sistema para uso próprio que tivera início em 1959, configurando o primeiro empreendimento do tipo CAD – Computer Aided Design (Machover, 1978:39). Chamava-se DAC-1 (Design Augmented by Computer) e era baseado no mainframe 7094 da IBM. Ed Jacks e Don Hart foram os responsáveis por este projeto, que possibilitava o desenho em 3D (três dimensões) de automóveis, podendo ser rotacionado e visto em diferentes ângulos. Segundo Rivlin (1986:18) teria aumentado em 33 por cento a produtividade da GM.

Sob o comando de Thurber Moffett e Norm Taylor, a Itek vai se colocar entre estas empresas pioneiras disponibilizando o sistema *Digigraphic* que se torna a base da linha de computadores gráficos interativos do fabricante CDC – Control Data Corporation. Grandes corporações do setor aeroespacial começam a explorar o uso da computação gráfica no projeto de mísseis, aeronaves e treinamento de pilotos (embrionários simuladores de voo), em que se destaca a figura do pesquisador da Boeing Company, William Fetter, já citado. Por sua

vez, a IBM organiza um programa junto a grandes fabricantes de automóveis e aviões dos Estados Unidos e Europa num esforço de aperfeiçoar os sistemas CAD/CAM (Machover, 1978:39). O interesse é tanto que a IBM elabora o terminal gráfico interativo modelo 2250, que em meados da década vai compor com o *mainframe* IBM 360 um dos conjuntos mais avançados para computação gráfica. Este computador dava um grande passo na tecnologia de *hardware* ao substituir os transistores por *circuitos integrados* (que são transistores miniaturizados montados numa única pastilha de silício, o *chip*). O circuito integrado havia aparecido no final da década de 1950 por obra da Fairchild Semiconductor e Texas Instruments, mas só a partir de meados da década de 1960 vai começar a substituir comercialmente máquinas transistorizadas (Meirelles, 1994:55).



**Fig. 115** Circuitos e painel do sistema IBM 360 (1964) e um operador mecanografando dados para o 360 tabular.

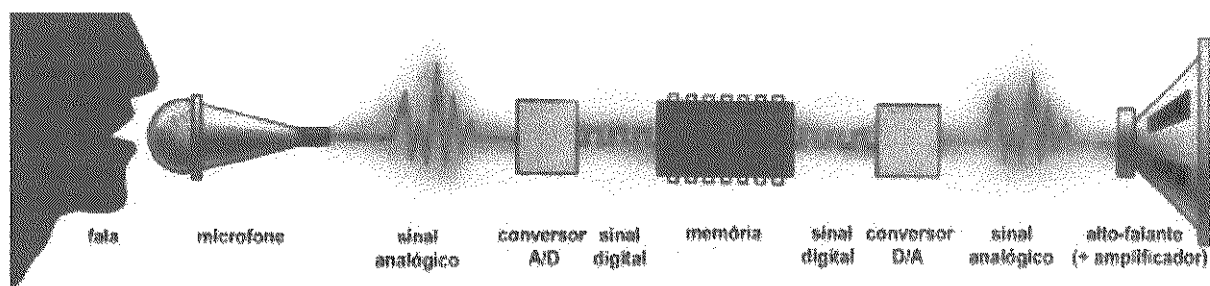
No começo dos anos 60 mais um fato significativo é registrado nas dependências do MIT. Em 1961 Steve Russell criou o primeiro *videogame*, chamado *Spacewar* (Morrison, 1994:37). Foi programado para o computador DEC PDP-1. Morrison alardeia seu sucesso instantâneo, mas isto deve ser bastante relativizado – naquela época, além de existir poucos computadores no mundo, um número limitadíssimo dispunha de terminal gráfico interativo. Certamente despertou, junto aos pesquisadores que lhe tiveram acesso, as possibilidades de entretenimento que a nova tecnologia embutia. Mas não partirá de pesquisadores em instituições acadêmicas a iniciativa que detonará esta verdadeira revolução dez anos depois, portanto assunto da próxima década. Naquele momento este jogo ficou mesmo restrito à própria DEC, cujos engenheiros o usavam como programa de diagnóstico para verificar o funcionamento de cada novo PDP-1 antes de ser vendido.

Imagens produzidas através de artefatos apresentam características visuais decorrentes do nível tecnológico do engenho pelo qual ela é gerada. Para o desenhista/pintor/animador a computação aparece como a primeira grande técnica a transcender com os métodos tradicionais de produção gráfica (o que não significa, necessariamente, ser melhor), mas neste primeiro momento, mesmo com alguma facilidade proporcionada por sistemas interativos, ela se coloca como uma barreira entre o artista e o objeto artístico, em que a expressão do indivíduo criador parece filtrada – pra não falar da limitação formal. Portanto, é preciso saber como a imagem é produzida, assunto exposto agora a partir da análise de dispositivos e processos que nos permitirá compreender a maneira como o computador trabalha, enfatizando os detalhes da tecnologia encontrada na década de 1960. Isto será feito conceitualmente, tendo

em vista o objetivo de servir a área artística. Este procedimento permitirá uma avaliação, do ponto de vista expressivo, no tocante aos recursos que a tecnologia disponibiliza para a tarefa de elaboração visual (artística ou não) que vai surgir no período, marcando cada etapa da evolução – não pela expressão artística, mas pela limitação da tecnologia.

Informações a este respeito estão disponíveis numa vasta bibliografia, embora tenhamos encontrado pouco em português (listamos o artigo e o livro de Jonas Gomes e Luiz Velho, entre outras publicações que apresentam conceitos básicos de informática). Em inglês as opções são muitas e vão desde os artigos de pioneiros como Ivan Sutherland até livros de cientistas que começaram a aparecer com certa frequência a partir da década de 1980, como o de Donald Greenberg e colaboradores – quando, inclusive, artistas então já desfrutando de suficiente experiência, passam a contribuir com textos adequados a linguagem e interesses das artes visuais, caso de Isaac Victor Kerlow e Judson Rosebush. Recentemente, em vista da crescente popularidade da computação gráfica, mesmo estudiosos da área têm se empenhado em escrever livros com um enfoque que procura se afastar de abordagens matemáticas ou de jargões técnicos que só interessam a certas categorias de profissionais, a exemplo da edição de Olin Lathrop.

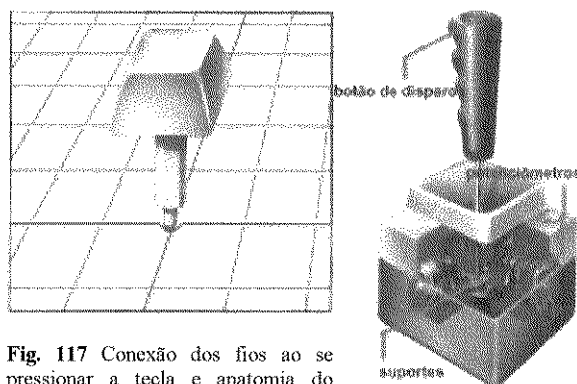
Produzir uma imagem no computador envolve três estágios fundamentais: descrição da imagem para a máquina, seu processamento, e sua exibição para o usuário. Qualquer das etapas tem demandado um tremendo esforço de pesquisas para se chegar a resultados satisfatórios. Esta dificuldade decorre da necessidade de soluções que atendam os requisitos numéricos do computador ao mesmo tempo que satisfaçam nossas exigências naturais de comunicação. Independente dos recursos encontrados para intermediar esta relação entre o homem e a máquina, todo o funcionamento desta tecnologia se baseia em modelos matemáticos. Mas no mundo real poucas informações vêm em unidades digitais discretas. Normalmente as percebemos como variáveis (imagens ou sons nos chegam através de ondas eletromagnéticas contínuas). Para que estes dados sejam “compreendidos” pelo computador, o sinal deve primeiramente ser digitalizado. Equipamentos tais como teclado, mouse, *joystick* (manche, bastão, alavanca), etc., cumprem esta tarefa de transferir nossas informações mecânicas a um circuito conversor de analógico para digital. Essas amostras de sinal são depositadas em locais específicos da memória como um valor digital, permitindo que o processador central as interprete, execute as instruções e através de outras vias de dados se proceda a operação inversa.



**Fig. 116** O fluxo do som. A saída elétrica de um microfone passa por um *conversor analógico-digital*, sendo o padrão de dígitos 0 e 1 reconvertido para sinal analógico imediatamente antes da difusão pelo alto-falante.

No teclado o mecanismo por trás desta atividade é relativamente simples. Sabemos que os computadores são máquinas eletrônicas que lidam facilmente com números, para isto se

valendo de níveis de voltagem que representam o 1 e o 0 utilizados pelo sistema binário. Através da combinação destes números o computador manipula todo tipo de informação. Isto é possível porque estas relações numéricas foram codificadas, atribuindo valores numéricos a letras, números, sinais e símbolos especiais. As teclas de um computador são, na verdade, interruptores conectados a uma rede de fios. Ao se pressionar uma tecla dois fios são conectados, seus contatos se unem e fecham um circuito. O fechamento dos contatos permite o fluxo da corrente. O computador “sabe” que tecla foi pressionada ao verificar qual dos fios verticais da rede e qual dos horizontais conduzem a corrente (tarefa da *controladora do teclado*, um microprocessador instalado no dispositivo). A parte do ROM BIOS (memória somente de leitura do sistema básico de entrada/saída) dedicada ao teclado se encarrega da tradução em códigos que o processador central reconhece e pode processar.



**Fig. 117** Conexão dos fios ao se pressionar a tecla e anatomia do joystick.

O mouse mecânico (existe o tipo óptico) conta com uma esfera na superfície inferior cujo movimento aciona um sistema de eixos e engrenagens que ativam um circuito elétrico. Os sinais eletromecânicos são então traduzidos pelo circuito eletrônico do mouse em informações sobre o movimento do aparelho que podem ser usadas pelo computador. É um sistema parecido com o do joystick, e como esta sua idéia é facilitar a vida do usuário, almejando o máximo de produtividade. O usuário pode operar uma espaçonave num videogame através do teclado, mas qualquer um que já se valeu desta opção reconhece as limitações para lidar com ações interativas muito dinâmicas. O joystick efetivamente transfere o controle do objeto virtual para as mãos do operador, que o maneja como se de fato estivesse guiando um veículo de verdade (o paralelo entre desenhar no computador utilizando o teclado – digitando códigos – e usando o mouse ou mesa digitalizadora num processo interativo natural, vai na mesma direção).

O cabo do joystick é apoiado por dois suportes sobrepostos em ângulo reto. Cada um dos suportes está ligado a uma resistência elétrica variável chamada *potenciômetro* (dispositivo que mede variação de voltagem). A posição da alavanca ao longo dos suportes estabelece a resistência elétrica dos dois potenciômetros. A medida que se move a alavanca muda a resistência, cujas voltagens são checadas pelos circuitos de um *chip* de E/S (entrada/saída) que procede a digitalização. Feita a conversão, a informação do movimento é transmitida ao cursor na tela. Na velocidade destas operações (da ordem de bilionésimos de segundo) reside a vantagem do computador.

Dessas tecnologias de entrada de dados para trabalhos de computação gráfica, nos anos 60 vai predominar mesmo o teclado e o *light pen* (caneta óptica). A mesa digitalizadora



(desenvolvida pela Rand Corporation) e o mouse (resultado do esforço do grupo de Douglas Engelbart no Stanford Research Institute), por terem surgido em meados da década, só mais na frente, após alguns melhoramentos, despontarão como periféricos importantes – o mouse em particular, no embalo do *microcomputador*, em meados da década de 1980.

A instrução por fim codificada em dígitos binários pode ser usada pelo computador tanto para *controlar informação* quanto para *representar informação*. Se utiliza a palavra *dado* para caracterizar a informação (sua representação) fornecida para determinado problema. Através de dados o computador é abastecido com informações sobre letras, números, cores, formas, movimento, etc., se valendo de *números binários* e *códigos binários* – números usados para contar e códigos usados para representar objetos e conceitos.

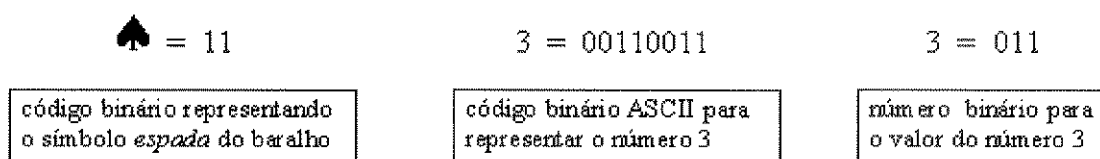


Fig. 118 Exemplos de código e número binário.

Ao processar estes dados no computador se está controlando a informação, configurando a operação lógica das instruções. Para tanto se utiliza o *programa* (o *software*), uma série de comandos bem definidos para obter um resultado específico.

Um programa pode ser simples ou complicado, pequeno ou grande. Para elaborar um programa se lança mão das *linguagens* de computador (linguagens de programação), um conjunto de procedimentos com sintaxe própria adequada a instruir o computador em suas tarefas. A fim de facilitar e tornar produtivo seu uso, as linguagens incorporam elementos comuns às formas naturais de comunicação do homem, aí incluindo os elementos gráficos.

A essência de um programa é o *algoritmo*, a idéia (o conceito) que viabiliza uma tarefa claramente expressa em um número finito de etapas. Uma definição sucinta de Isaac V. Kerlow e Judson Rosebush diz tudo: “Um programa é a implementação de um algoritmo por uma linguagem de computador” (1994:34).

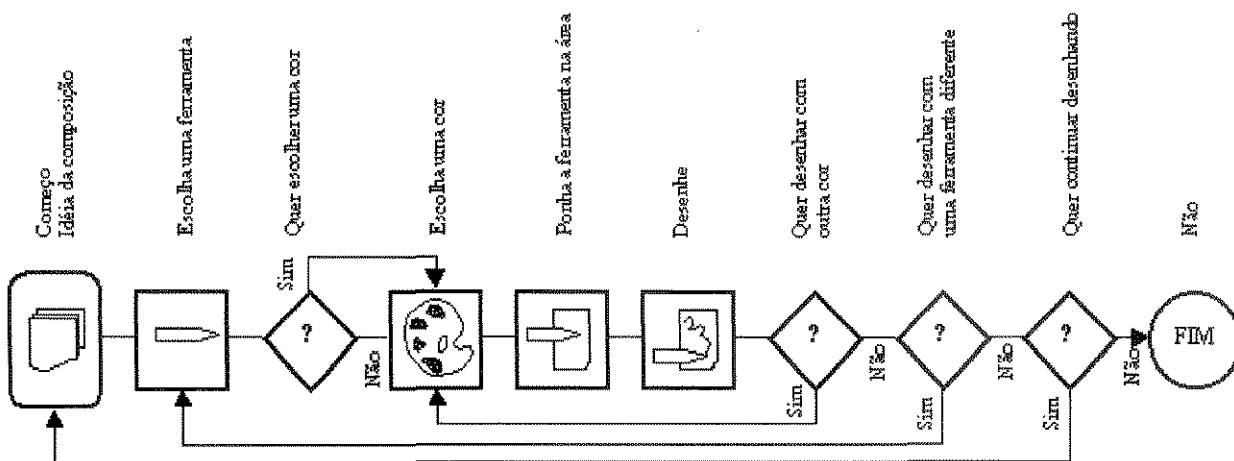
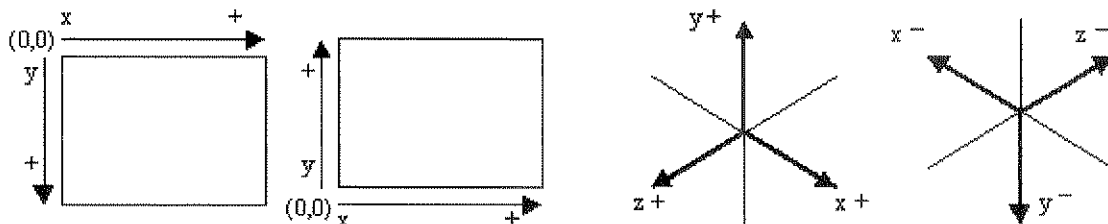


Fig. 119 Algoritmo para desenhar uma cena (Kerlow/Rosebush, 1994).

Uma infinidade de linguagens foram desenvolvidas para atender as mais variadas necessidades produtivas, chegando a aplicações bem especializadas. Entre estas se encontram as linguagens destinadas a trabalhos gráficos, naturalmente incluindo um vocabulário baseado em imagens. Desta maneira a confecção (programação) de figuras segue um esquema familiar aos artistas, que passam a trabalhar com elementos de sintaxe visual e se valem de comandos associados a manipulação formal – mover, rotacionar, ampliar, esticar, etc. As possibilidades plásticas e mecânicas através da programação gráfica se tornam assim praticamente ilimitadas.

Semelhante ao que se verifica no mundo real, na computação gráfica o espaço plástico é concebido em duas ou três dimensões, com processos gráficos característicos: desenho à mão livre e manipulação de pixel é típico do ambiente 2D; modelização em perspectiva com acesso a superfícies de objetos é encontrado no ambiente 3D. O filósofo e matemático francês do século XVII René Descartes forneceu as bases do *sistema de coordenadas espaciais* no qual podemos descrever figuras em relação ao plano e à profundidade. Nesse sistema, que ficou conhecido como *coordenadas cartesianas*, no plano bidimensional os pontos são descritos pelas suas posições em relação a dois eixos, X (horizontal) e Y (vertical). No espaço tridimensional um terceiro eixo, Z (profundidade) é acrescentado aos eixos X e Y. O ponto em que os três eixos mutuamente perpendiculares se cruzam estabelece a origem a partir da qual os eixos são divididos em unidades de mensuração. Em princípio essas unidades são abstratas e podem ( nos sistemas 3D ) representar qualquer escala, também aqui sendo verificados valores positivos e negativos para cada lado dos eixos, tomando a origem como referência. Tanto em sistemas 2D quanto em 3D as orientações dos eixos nem sempre são iguais, o que requer atenção quando da experimentação de uma linguagem nova.



**Fig.120** Sistemas 2D e 3D de Coordenadas Cartesianas com dois exemplos de variantes na orientação dos eixos em 2D (x,y) e 3D (x,y,z).

Através deste sistema de coordenadas espaciais matematicamente estruturado é possível atender os requisitos do computador em termos da descrição precisa e inequívoca das formas usando números. Com a descrição numérica podemos então especificar a posição de um objeto no espaço e os detalhes de sua forma – tudo gráfica e interativamente.

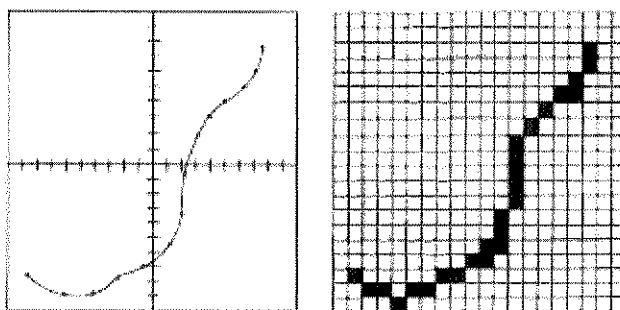
Uma lista de números que define uma imagem de maneira que o computador “compreenda” é chamada de *arquivo de dados*. Os arquivos que contêm os dados que descrevem uma imagem são chamados *arquivos de imagem*. Porém, os números empregados para descrever uma imagem no computador podem ser inteiros ou fracionários, dependendo da natureza dos dados. Se o dado é indivisível, ocorre em unidades distintas, ele é *discreto* e expresso apenas por números inteiros. Se a dimensão medida é fragmentária, a informação é dita *contínua* e expressa por um valor flutuante (um “continuum” de números do conjunto dos

números reais, mas que no computador é representado por um conjunto finito utilizando aritmética de ponto flutuante).

Essa dicotomia contínuo/discreto presente nos gráficos se verifica, naturalmente, no espaço cartesiano. Se o espaço é fracionário e contínuo, o número que representa uma localidade é flexível (decimal), sugerindo sempre a maior aproximação possível de um determinado *ponto*. No caso da localização num espaço discreto, o lugar é definido por números inteiros, caracterizando o *pixel*. Os *pontos* especificam uma localização, mas não têm uma área. São usados na modelagem para definir objetos complexos formados exclusivamente por linhas – objetos que apesar de existirem numa área (num ambiente), trata-se de entidades distintas com identidade própria. Já os *pixels*, sendo elementos discretos, representam uma minúscula área de uma imagem bidimensional, portanto acessíveis individualmente.

Esta representação matemática dos gráficos configura uma distinção fundamental em computação gráfica, para a qual no nível contínuo são descritos *gráficos vetoriais* (em que linhas são definidas por *pontos*), e no domínio discreto os gráficos se apresentam no *formato matricial* (matriz de *pixels*).

Fig. 121 Coordenada Cartesiana definida por pontos (contínua) e por pixels (discreta).



Quando falamos de espaço tridimensional em computação gráfica é claro que nos referimos a uma ilusão, pois a imagem que se forma na tela do monitor é sempre bidimensional. O método utilizado para conseguir tal efeito é exatamente o mesmo estabelecido pelos pintores renascentistas: partindo de um modelo (real ou virtual) fazê-lo parecer-se tridimensional ao ser representado numa superfície bidimensional – a tela de um quadro ou de um monitor de vídeo.

Conquistas anteriores a era da informática, como esta da descoberta da perspectiva científica pelos artistas do Renascimento ou as coordenadas espaciais propostas por René Descartes no século XVII, entre outras decisivas contribuições do passado distante, explicam boa parte do rápido desenvolvimento da computação gráfica. Por sua vez, o grande diferencial a favor do desenho através do computador reside numa tecnologia do século XIX que tem proporcionado benefícios incalculáveis à humanidade e inclusive é a própria razão de ser da informática: a energia elétrica. A natureza volátil da eletricidade aliada a sua incrível velocidade, permite que ao ter de refazer a imagem constantemente para que esta possa ser visível num monitor de vídeo possamos interagir com ela em tempo real. Um ponto brilhando no monitor, ainda que pareça ser uma única imagem, é na verdade o resultado de uma frequência luminosa repetida diversas vezes por segundo. Ainda antes que o circuito do monitor responsável pelo acionamento do canhão de elétrons entre em operação, as coordenadas geométricas da imagem a ser exibida são enviadas do processador gráfico ao circuito de saída na forma de pulsos elétricos (voltagens), o que dá uma idéia da velocidade empregada. O fato de não dispor inicialmente de tecnologias adequadas para lidar com a dinâmica do mundo atômico levou à precariedade dos primeiros sistemas de computação

gráfica. Mas o processo básico de construção da imagem por meio digitais na década de 60 fôra alcançado.

Estabelecida a correta relação entre as coordenadas dos pontos que definem uma imagem, estruturada numa base de dados hierárquica, atendia às exigências para armazenar e manipular gráficos no computador. É o que se demonstra a seguir.

Um cubo é uma forma simples e familiar sempre usada para exemplificar os procedimentos na obtenção de figuras através do computador. Para tanto se fornecem as coordenadas dos pontos que definem os cantos do cubo, que são conectados por linhas. A figura do cubo pode ser obtida tanto por construção 2D quanto 3D. No primeiro caso atribui valores para os vértices do cubo nas coordenadas  $x$  e  $y$ . Formando dois quadrados, sobrepondo-os e conectando seus cantos, obtemos o cubo.

Na construção em 3D as coordenadas de  $x$  e  $y$  partilham valores no eixo  $z$ . Alterações na forma e posição do modelo são realizadas em função do sistema de coordenadas do objeto e do espaço virtual, referindo-se aos eixos individualmente ou ao conjunto. Por exemplo, podemos achatar o cubo verticalmente diminuindo os valores do eixo  $y$  e mantendo  $x$  e  $z$  inalterados. Se a opção é ampliar o tamanho do cubo proporcionalmente aos três eixos, um algoritmo simples trata de aplicar um fator de dimensionamento no conjunto dos eixos, em que estes são multiplicados pelo mesmo valor:

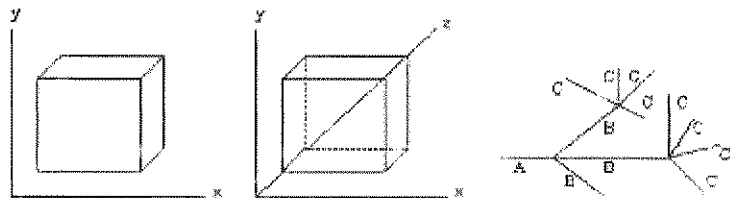
$$x' = x \cdot sx$$

$$y' = y \cdot sy$$

$$z' = z \cdot sz$$

Estas operações numéricas ficam a cargo do computador. O artista a determina visualmente nos sistemas interativos.

**Fig. 122** Coordenada para cubo 2D, 3D e árvore hierárquica. O cubo 2D é desenhado justapondo as faces anterior/posterior conectando os vértices por linhas retas. O cubo 3D é construído como um sólido no espaço. Com a hierarquia, pode-se mexer o ramo B sem afetar A, ou mexer em C sem alterar A e B.



Ao construir o modelo do objeto percebemos que existe uma relação entre suas partes. Para o computador isto é fundamental. Esta ordem garante o sucesso do processamento de dados na informática, o que em computação gráfica dá a certeza de que os atributos da superfície do cubo (cor, brilho, textura, etc.) efetivamente serão aplicados na superfície do cubo e não em outro objeto. Isto é devido a possibilidade de hierarquizar a relação entre objetos e entre partes de objetos. A importância desta propriedade se revela mesmo na confecção de figuras complexas e na etapa de animação, em que as partes devem permitir sua manipulação independente. Aí está mais um entrave a arte da animação formulada digitalmente, já que este tipo de trabalho exige muita capacidade de memória, um dos pontos críticos da computação que tem lhe desafiado continuamente. Imaginar um artista tendo de animar personagens nas precárias condições da tecnologia disponível nos anos 60 é um esforço que não vale a pena – simplesmente porque não era possível.

Mas nos primórdios da computação gráfica, construir o objeto no computador (mesmo bastante simples) era só uma parte do problema. Até então havia sido considerado as relações do objeto em si. Faltava resolver a relação dele com o observador, o usuário do computador.

As demais questões envolvidas na representação em perspectiva tinham de ser equacionadas: remoção de linhas das partes escondidas da figura e sua exibição em escorço. A aplicação de tonalidade, por tudo que envolvia em termos de processamento e memória, vai ter de esperar pela década de 70.

A transformação da perspectiva é um processo que envolve a projeção das coordenadas de dados tridimensionais na tela do monitor de vídeo, obedecendo ao ângulo de visão e tamanho da imagem determinados. Os princípios envolvidos nesta operação são bem familiares à desenhistas e pintores há vários séculos, e envolve basicamente um conceito que ficou conhecido como “pirâmide de visão”, em que linhas imaginárias partindo do objeto se afunilam em direção ao olho do observador (Alberti, 1992:77). Entre esses dois extremos é colocada uma tela invisível (que bem pode ser o quadro do pintor, o visor da câmara fotográfica ou a tela do monitor de vídeo) na qual a imagem do objeto é fixada. Esta “janela” permanece sempre perpendicular ao olho do observador. Se o observador muda seu ponto de vista (assumindo uma posição superior ou girando em torno do objeto) a “janela” acompanha a mudança, e a projeção do objeto reflete cada novo ponto de vista. Essa projeção perspectiva do objeto implica no efeito do *escorço*, responsável pela ilusão de profundidade. Dependendo da distância da “janela” entre o observador e o objeto, este pode parecer maior ou menor.

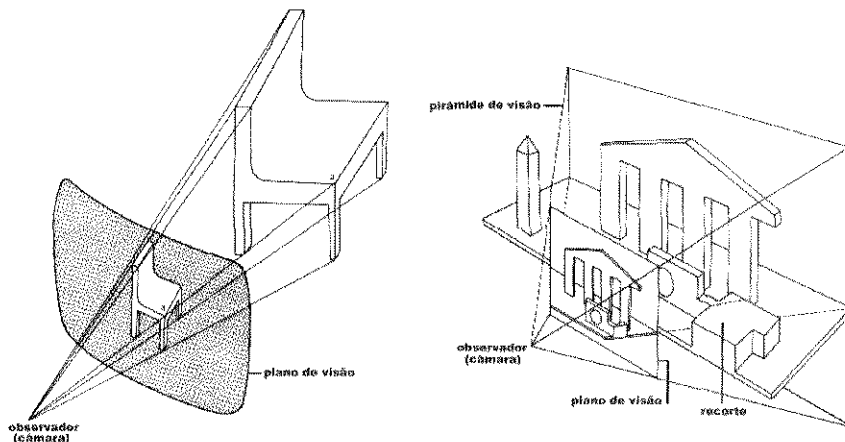


Fig. 123 Pirâmide de visão . Na imagem da direita pirâmide de visão após operação de recorte.

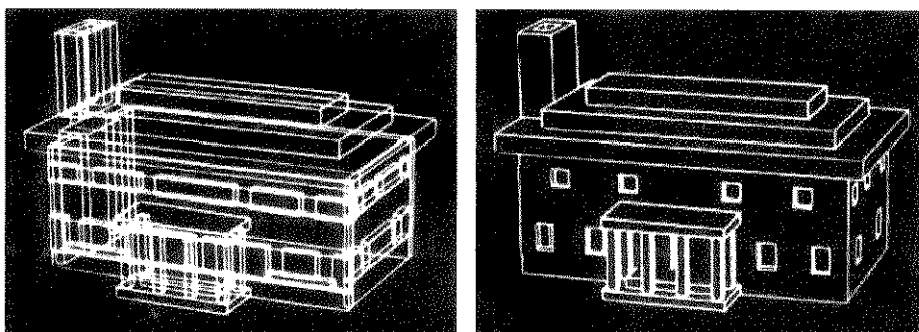
No computador, para que ocorra este mapeamento de um objeto tridimensional numa superfície bidimensional, entra em ação algumas operações fundamentais. A operação de *normalização* assegura a relação espacial entre um *centro de projeção* (que funciona como ponto de vista do observador) e o *plano de visão* ( a “janela” imaginária, a tela do monitor de vídeo). Para isso é traçada uma linha – a *normal* – que parte do centro de projeção e atravessa perpendicularmente o plano de visão. Uma linha vertical (*view-up vector*) adicionada ao centro de projeção auxilia no estabelecimento das coordenadas horizontal e vertical no plano de visão – a própria normal é usada para representar o eixo *z*. A inclinação da normal em relação ao plano de visão afeta o grau do escorço do objeto representado na superfície bidimensional; tanto que para projetar o objeto no plano de visão, o algoritmo primeiro determina o ângulo que a normal forma entre os pontos no objeto e a janela do plano de visão.

Depois que a transformação da perspectiva é completada, pontos e linhas fora do campo de visão devem ser excluídos. Isto é tarefa para a operação de *recorte*, na qual um algoritmo assegura que apenas as linhas que conectam o olho do observador ao objeto e que também passam através da área da “janela” (as margens da tela do pintor ou da tela do monitor), é

permitida ser exibida. O que ultrapassa este limite é recortado. As partes recortadas estão presentes no modelo, mas não são consideradas no processamento matemático restante.

A operação é concluída com a *remoção das linhas ocultas* – uma tarefa considerada das mais difíceis de se chegar a um resultado satisfatório. Trata-se de “apagar” as linhas de partes da imagem que naturalmente ficariam escondidas por aquelas que lhe estão na frente, dando uma aparência sólida a imagem final (no mundo real basta uma borracha para fazer isto). No ambiente virtual, um dos primeiros algoritmos desenvolvidos com este propósito (produzido no MIT por Lawrence G. Roberts em 1963) fazia a comparação da projeção dos pontos do objeto que tinham em comum os valores das coordenadas  $x$  e  $y$ . Destes pontos o algoritmo comparava as projeções das coordenadas no eixo  $z$ . Quanto mais o valor de  $z$  se aproximava de zero (sua origem), mais perto do observador se encontrava. Conseqüentemente, outros valores mais altos em  $z$  comuns as coordenadas  $x$  e  $y$  eram rejeitados.

Fig. 124 Remoção de linhas ocultas. Uso do algoritmo de Lawrence G. Roberts num dos seus primeiros exemplos.



Após todas estas transformações, o objeto projetado no plano de visão agora tinha um novo conjunto de coordenadas que correspondia a uma exibição bidimensional inventada, configurando um espaço próprio (NDC – Normalized Device Coordinate Space). Todos os pontos do objeto no espaço de coordenadas 3D que estivesse dentro do limite do recorte agora tinham um ponto correspondente no espaço NDC.

Uma matriz de multiplicação responde pela concatenação da operação de processamento numérico em todas estas etapas, automaticamente – até porque se não fosse assim não haveria nenhuma utilidade. No final temos um sistema coerente, funcionando de maneira unificada, a partir da completa definição por parte do usuário, que assim visualiza numa forma aramada a versão bidimensional de um modelo de coordenadas tridimensionais.

Até então estivemos nos referindo a imagens formadas por linhas, característica dos objetos gráficos obtidos no domínio contínuo de representação, atributos que a definem como uma imagem de formato vetorial. A explicação para isto se deve ao estágio tecnológico do desenvolvimento da computação gráfica em seus primórdios, cujos interesses estavam voltados sobretudo para a construção e representação de objetos gráficos tridimensionais, numa época em que os dispositivos de exibição de vídeo baseado em vetores eram mais acessíveis, pois se beneficiaram da tecnologia há muito empregada pelos osciloscópios – não exigindo demais em termos de memória naquela fase de gráficos mais simples.

Entretanto, a tecnologia *raster* (varredura) para representação de gráficos no formato matricial (associada ao reticulado de pixels), também já era empregada em computação gráfica naquela época – embora de uso bastante limitado devido ao elevado custo da memória requerida pelo equipamento, que neste caso se valia do processo de varredura para formação da imagem.

Se os *dispositivos de vídeo vetorial* permitiam a visualização do objeto e sua manipulação em tempo real, por outro lado não reproduziam os atributos de textura dos objetos (cor, luz, rugosidade, etc.). Será justamente o enorme interesse por imagens realísticas que vai acelerar as pesquisas com *dispositivos de vídeo do tipo matricial* (varredura). Esta tecnologia, que se utiliza do conceito de *célula de imagem* (pixel), era a solução para a representação satisfatória ao mesmo tempo dos atributos espaciais da imagem (seu domínio) e atributos de cor e luz (seu contra-domínio).

No formato *raster* se procede a uma discretização do espaço no qual está inserida a imagem através de um reticulado em que cada célula (pixel) representa uma amostra (uma medida) de um “pedaço” da área da imagem. Este processo de discretização espacial (amostragem) divide a área num reticulado uniforme bidimensional, configurando uma matriz de pixels (*bitmap*). A quantidade de pixels do reticulado, obtido pela multiplicação do número de linhas pelo de colunas, informa a *resolução espacial* da imagem. Portanto, quanto maior o número de pixels, maior o detalhamento da imagem. Na segunda etapa, em que se discretiza o contra-domínio da imagem (processo chamado de *quantização*), é adicionado a cada pixel informações de cor, tonalidade, opacidade, etc., na forma de um valor numérico decimal – uma solução para a variação contínua deste tipo de dado. Ou seja, valores variáveis (caso do espectro de uma cor) são representados usando um número com uma certa precisão (daí valendo-se de casas decimais), já que as medidas em números reais oferecem uma aproximação do que é impossível medir com precisão absoluta. O número possível de cores em um pixel (e demais valores do contra-domínio) expressa a *resolução de cor* da imagem. A intensidade (ou profundidade) da resolução de cor do pixel está em função de quantos *bits* são usados para configurar cada pixel. Estes bits, lidos em camadas (*bit-plane*) de acordo com o arranjo da matriz de pixels (*bitmap*), especificam a estrutura de dados na memória do computador responsável pela apresentação da imagem na tela do monitor (o valor em bits do pixel é usado para controlar a voltagem do canhão de elétrons no monitor de vídeo). Justamente a grande necessidade de memória para exibir imagens baseadas em *bitmap* que freou o uso desta tecnologia nos anos 60, aos poucos crescendo a partir da década seguinte.

**Fig. 125** Discretização espacial (amostragem) de imagem, formando uma matriz de pixels (*bitmap*).



Em vista do longo reinado inicial dos gráficos vetoriais (os populares “modelos de arame”) este tipo de imagem acabou se fixando no imaginário coletivo como símbolo da essência da alta tecnologia da computação gráfica – ainda que na verdade representem a etapa mais rudimentar do desenvolvimento desta tecnologia. Mas mesmo ocupando menos espaço na memória da máquina, só no final da década de 60 se chegara a um estágio satisfatório na manipulação de gráficos vetoriais – sempre com a ressalva da limitação de acesso aos recursos, encontrado em poucos laboratórios de instituições acadêmicas e empresas.



Para encerrarmos esta exposição a respeito de aspectos básicos do funcionamento de dispositivos e processos em computação gráfica – chamando atenção para o nível do desenvolvimento na década de 1960 – convém darmos uma olhada nas técnicas empregadas pelos monitores de vídeo, que afinal dão saída a imagem produzida no computador, afetando-a substancialmente. Deixaremos para falar das *linguagens de animação* surgidas nesta década quando retomarmos a narrativa dos acontecimentos, ao registrarmos o aparecimento dos primeiros filmes.

A tecnologia de vídeo que viabilizou a computação gráfica foi tomada de empréstimo da indústria de televisão, que desde a década de 1920 vinha aperfeiçoando e fazendo largo uso de tubos de raios catódicos (CRT – Cathode Ray Tube). A descrição das características deste equipamento também é encontrada na bibliografia a qual nos referimos no início deste assunto.

Como havíamos dito no item 2.2., o CRT é uma grande válvula eletrônica a vácuo adaptada para exibir imagem, graças ao revestimento interno com minerais fluorescentes – eles brilham ao serem atingidos por raios de alta frequência, assim convertendo eletricidade em luz (a imagem luminosa do monitor). Para que isto aconteça, uma voltagem é aplicada no pólo positivo da válvula, liberando elétrons que são atraídos para o pólo negativo. Tecnicamente, a peça que emite os elétrons é chamada de *canhão*, já que ela descarrega um fluxo considerável destas partículas em resposta a aplicação controlada de voltagem. Uma série de eletroímãs (bobinas de focagem e deflexão) se encarregam de ajustar o foco e a direção dos elétrons impulsionados contra a parte interna da superfície frontal do tubo revestida com fósforo. A acurada deflexão horizontal e vertical do fluxo de elétrons baseada nas voltagens aplicadas nos ímãs torna possível atingir pontos específicos das coordenadas  $x$  e  $y$  da tela em resposta a orientação do processador gráfico.

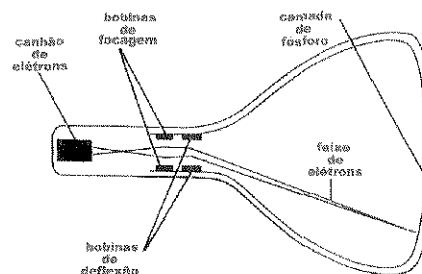


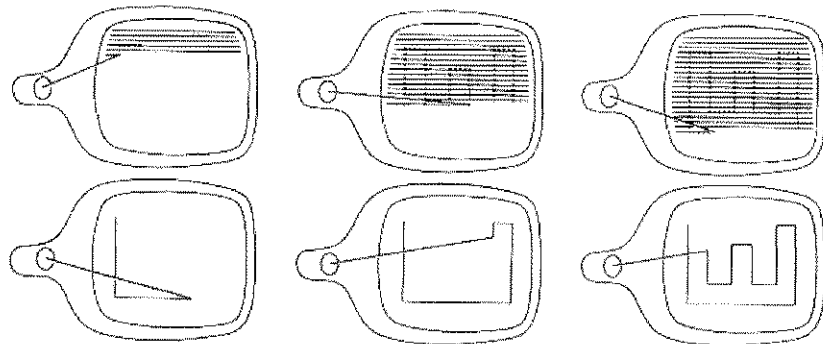
Fig. 126 Corte diagramático de um CRT (Cathode Ray Tube).

Em consequência do nascimento da computação gráfica em estreita relação com sistemas de defesa aérea cujas telas dos radares faziam uso do osciloscópio, isto acabou determinando a base tecnológica para os primeiros dispositivos de vídeo usados em computação (portanto de saída gráfica vetorial), ao contrário do processo difundido pelos aparelhos de televisão, que formavam a imagem por varredura.

A diferença entre os dois reside na estratégia empregada para a renovação constante da imagem na tela, já que o fósforo tão rapidamente quanto se ilumina ao ser atingido pelos elétrons, com a mesma rapidez ele se apaga. Isto exige que a imagem seja redesenhada rápida e repetidamente para que nossa visão não perceba a descontinuidade (velocidade que, como já falamos, permite a interação em tempo real).

Nos *terminais do tipo varredura* a memória de imagem (*frame buffer*) é organizada numa estrutura matricial com informações de localização dos pixels e sua resolução de cor. O valor em bits de cada pixel é usado para controlar a voltagem do canhão de elétrons no monitor de

vídeo. Neste sistema a formação da imagem segue um padrão regular em que a tela é varrida horizontal e sucessivamente — o feixe de elétrons percorre uma linha de cada vez, fazendo o trajeto da esquerda para a direita, de cima para baixo. Ao completar uma tela o processo recomeça, devendo alcançar uma frequência de pelo menos 30 vezes por segundo a fim de impedir que a imagem fique trêmula. Sempre que uma linha é percorrida, os pixels ativados respondem a intensidade do feixe de elétrons estabelecido pelo valor dos bits desses pixels. Essa resposta define a imagem.



**Fig. 127** Formação de imagem raster (nos três monitores de cima), e imagem vetorial.

A quantidade de dados envolvidos na tecnologia de varredura era muito acima dos recursos de memória disponível no início da computação gráfica, contribuindo para a proliferação dos *terminais do tipo vetorial*. Nesta alternativa, a memória de imagem (aqui denominada *lista de exibição*) contém apenas instruções mínimas de desenho com as coordenadas de tela dos objetos gráficos, o bastante para que o processador gráfico trace as linhas que caracterizam os desenhos obtidos por este processo. Ao contrário do equipamento de varredura em que o feixe de elétrons mapeia a tela completamente, no vetorial o feixe apenas traça as linhas (vetores) necessárias para criar a imagem desejada, como se fosse uma caneta — motivo que levou este método a ficar conhecido como “caligráfico”. A despeito das desvantagens para produção de trabalhos artísticos com ampla exploração dos elementos de sintaxe visual, a performance em termos de rapidez de resposta, fundamental para sistemas de desenho interativo, assegurou o predomínio desta tecnologia de exibição. Mas até se valendo de uma estrutura relativamente leve de informações acerca de dados geométricos, dependendo da concentração de objetos gráficos na tela tendo de ser redesenhados constantemente, os ciclos de renovação das figuras demoravam mais, o que ocasionava o desagradável problema de cintilação. E isto contando com equipamento de no mínimo 150.000 dólares naquela época (Rivlin, 1986:23).

Uma variação da tecnologia de dispositivo vetorial surgiu com grande entusiasmo no final da década justamente por baratear o custo da computação gráfica. Um terminal caligráfico chamado DVST (*Direct View Storage Tube*) resolvia o problema de memória por meio de um artifício original no qual a tela do monitor era capaz de reter imagens durante um longo tempo. A queda de preço conseguida com esta invenção (inicialmente caiu para 15.000 dólares) implicou em perda na performance: além da imagem menos nítida, esta não podia ser modificada. Depois de exibida, para se introduzir uma mudança toda a imagem tinha de ser apagada e redesenhada por completo. Isto afetava diretamente a característica mais revolucionária da computação, que é a interatividade em tempo real. A despeito disso a demanda cresceu, apontando para um futuro popular da computação gráfica.

Andries van Dam (1984:105) fornece uma ótima comparação para o entendimento de ambas as tecnologias de exibição, em que se evidencia a natureza expressiva encontrada em cada uma. Segundo ele, o dispositivo vetorial traça linhas de maneira análoga a um desenhista

usando régua T. Esta régua é (ou era) um instrumento básico do desenho técnico (arquitetura, mecânica, marcenaria, etc.) em que no rigor do projeto executivo, em sua completa neutralidade expressiva, reside suas qualidades. O dispositivo de varredura, ao contrário, seria a versão eletrônica da técnica pontilhista desenvolvida pelo pintor impressionista francês Georges Seurat no século XIX. Bem, possivelmente não existe outra coisa mais relacionada a autêntica expressão artística visual que a dupla pincel e tinta. Esta aptidão dos sistemas resultará na fabricação de equipamentos especializados, destinando-se os vetoriais para a área de projetos (CAD/CAM ) e os de varredura começando a serem disponibilizados para televisão. Posteriormente, com o advento de memórias mais baratas, a tendência seguiu na direção da integração dos dispositivos de exibição, utilizando terminal de varredura que fazia a representação vetorial.

Até agora se falou de desenvolvimento tecnológico, quer seja de *hardware* quer de *software*. Nada de arte. Isso ajuda a discernir bem uma coisa da outra. Reconhecer esta distinção é fator decisivo para o bom encaminhamento do trabalho na arte ou na ciência (neste caso, no âmbito da computação com interesse voltado para atividades envolvendo arte), pois evita o risco de confundir objetivos e procedimentos completamente diferentes. Os pioneiros cientistas da computação gráfica não demoraram a perceber estas diferenças. Tiveram o bom senso de se dedicar ao desenvolvimento das ferramentas para o trabalho gráfico digital, e ao explorar suas invenções aplicaram-nas na visualização de experimentos técnico-científicos, sem nenhuma pretensão de resultados artísticos. Essa honestidade acabou propiciando autenticidade aos primeiros filmes de animação digital, já que as imagens não vão além da demonstração da computação científica de modelos matemáticos da natureza. A clareza de intenção dos primeiros pesquisadores é visível nos textos da época. Por exemplo, um desses pioneiros (Sinden, 1965:282) reconhecia que em meados da década de 1960 a tecnologia pouco oferecia aos animadores, embora a ciência tivesse muito a lucrar. Mais revelador: disse ele que a falta de experiência em cinema levava os cientistas a retrocessos em suas pesquisas (1965:288). Não por acaso, justamente pela metade da década os artistas começam a integrar grupos de pesquisadores visando auxiliar o direcionamento das pesquisas com computação digital para a área artística. Apesar do sucesso e crescimento deste tipo de colaboração, as diferenças de formação, linguagem e objetivo de uns e outros freqüentemente era motivo de conflito (Jankel; Morton, 1984:26). Arte e ciência convive, mas não se mistura.

Naquela época, apesar do aparecimento dos sistemas interativos, em muitos lugares se utilizava o método de entrada de dados através da digitação de comandos. Na verdade este era o processo mais comum, não só porque ficava mais em conta sua utilização em máquinas menos exclusivas (se é que se pode dizer assim, quando possuir qualquer tipo de computador era o máximo da exclusividade), mas porque havia dúvida se desenhar simulando o procedimento tradicional com uma caneta eletrônica era a melhor abordagem para trabalhos visuais por meio da computação (!).

Os primeiros filmes de animação digital foram todos produzidos por este método não interativo, nos quais sequer se utilizou uma linguagem apropriada ao manuseio de gráficos ( à exceção fica por conta das experiências de Kenneth Knowlton). As máquinas completamente inadequadas ao trabalho com imagem transformavam sua operação num incômodo que apenas a percepção do potencial do instrumento compensava a extenuante atividade de programação para conseguir os resultados mais ordinários (visualmente falando).

A principal evidência da singularidade da animação computadorizada estava em sua inigualável capacidade de simular fenômenos da natureza. A animação tradicional poderia demonstrar qualquer princípio científico, mas jamais seria possível afirmar se o comportamento de determinado acontecimento de fato correspondia fielmente a realidade. Com a animação computadorizada bastava abastecer a máquina com os modelos matemáticos da natureza. A animação assim realizada apresentava uma “simulação verdadeira” do fenômeno em estudo; um grande laboratório para especulações teóricas. Sem dúvida era algo sensacional – notadamente para a ciência e educação. Foi esta característica de visualizar situações impossíveis de representar de outra maneira que deu partida ao desenvolvimento da animação computadorizada. E assim, desde cedo, as duas grandes novidades da computação gráfica foram estabelecidas: simulação e interação em tempo real.

Por esta última afirmação pode-se achar que desconsideramos as propriedades de *renderização* (acabamento, arte-finalização) das animações hiper-realistas que assistimos atualmente – algo inviável para a animação tradicional; ou a intervalação automática de movimentos. Sem dúvida, estas conquistas técnicas (entre outras, como o *motion capture*) retiram a “camisa de força” que inibia a animação de alcançar vãos artísticos há muito desejados. Entretanto, estes casos representam um avanço natural e esperado – ainda que não se soubesse por que meios viriam e que conseqüências poderiam causar.

Já a simulação e interação em tempo real abrem perspectivas totalmente novas, que a arte segue procurando assimilar (mesmo porque são técnicas com muito o que desenvolver). Os jogos eletrônicos, como nos referimos nos itens 1.6. e 2.2., atualmente apenas exercitam a tecnologia disponível, na espera (dinâmica) de condições instrumentais para melhor definição conceitual que propiciem abordagens mais criativas.

É do laboratório da Bell Telephone que surgem as primeiras animações que efetivamente dão início a era do filme digital. Juntamente com as contribuições da Boeing Aircraft Company e do Lawrence Radiation Laboratory da Universidade da Califórnia, vão despertar o interesse pela produção de gráficos animados através do computador. Citamos a seguir os filmes que mais freqüentemente aparecem como fazendo parte destas produções pioneiras. São todas simulações científicas, que apesar de constituírem curtas seqüências experimentais apresentam uma linha narrativa.

- . *Simulation of a Two-Gyro Gravity Attitude Control System*, de Edward E. Zajac (Bell Telephone Laboratory, 1963); mostra o efeito de um sistema de estabilização no movimento de um satélite.
- . *A Pair of Paradoxes*, de Edward E. Zajac (Bell Telephone Laboratory, 1964); demonstra o “efeito Penrose”, no qual uma bola pula sobre os degraus do circuito de uma escada sem fim.
- . *A Computer Technique for the Production of Animated Movies*, de Kenneth C. Knowlton (Bell Telephone Laboratory, 1964); o filme descreve a própria técnica empregada em sua execução.
- . *Force, Mass and Motion*, de Frank W. Sinden (Bell Telephone Laboratory, 1965); simula o movimento de corpos em órbita sob várias leis gravitacionais.
- . *Four Dimensional Hypercube*, de A. Michael Noll (Bell Telephone Laboratory, 1965); projeção estereoscópica da rotação de um cubo em quatro dimensões.
- . *Vibration of an Aircraft*, de William A. Fetter (Boeing Aircraft Comp., 1964); vibração de um avião no ar e aparição de porta-avião para abordagem de pouso.

- . *The Second Man*, de William A. Fetter (Boeing Aircraft Comp., 1965); animação de figura humana para estudos ergométricos visando projetos de cabine de piloto de avião.
- . *Flow of a Viscous Fluid*, de Nelson Max (Lawrence Radiation Laboratory, 1965); mostra o fluxo de um líquido viscoso incluindo a formação de um vórtice de von Karman.

O desenvolvimento da animação computadorizada ocorreu paralelamente ao da computação gráfica, ambas indissolivelmente associadas. Afinal, para que se especifique a mudança de uma imagem no tempo e no espaço, há que se preparar antes a própria imagem.

A evolução dos métodos de animação são agrupados em três sistemas básicos, todos presentes já na década de 1960. O diagrama abaixo, elaborado por Nester Burtnyk e Marcell Wein (1977:399), mostra a abordagem da animação por cada método.

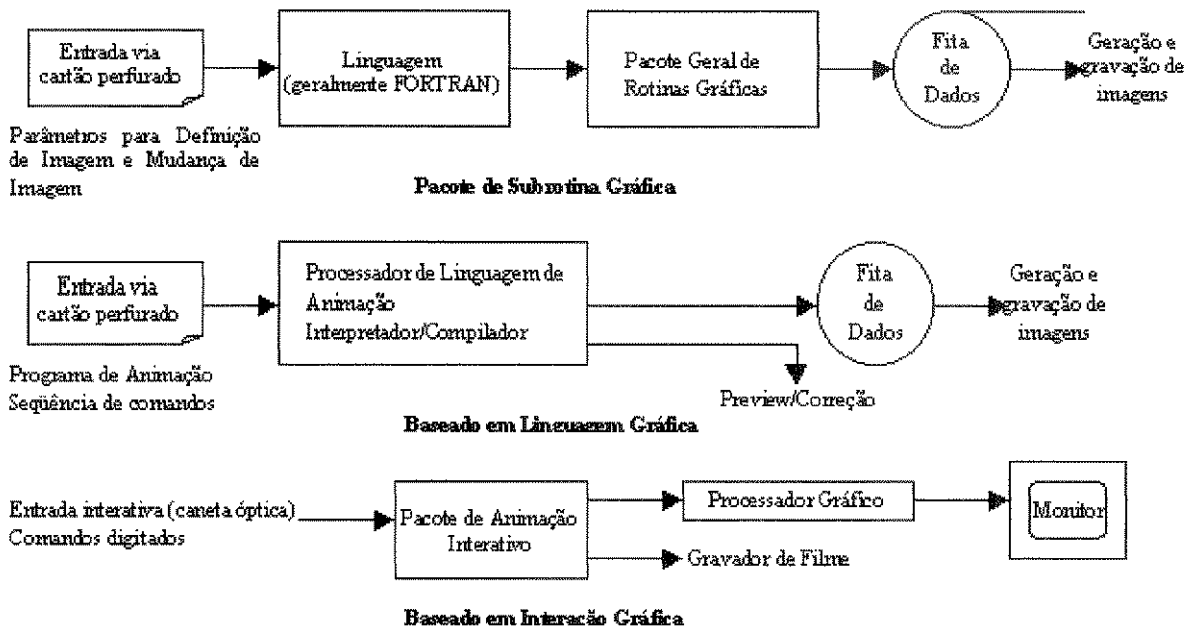


Fig. 128 Diagrama das três abordagens da animação computadorizada (por Burtnyk e Wein).

O primeiro método foi utilizado por quase todos os filmes animados citados acima, como a curta sequência do satélite de Zajac (1963), considerado o primeiro filme de animação digital. Zajac empregou um computador IBM 7090 no projeto.

Nesta abordagem, utilizando a linguagem FORTRAN (nem um pouco adequada para trabalho gráfico), se escreve cada etapa da animação considerando o desenho e o movimento pretendido. Os valores numéricos das coordenadas dos dados são introduzidos no computador através de cartões perfurados. Os comandos gráficos para saída das imagens são proporcionados por subrotinas (subprogramas elaborados previamente e chamados pelo programa principal). Toda a atividade é realizada em modo não interativo (*batch mode*), com o resultado visto apenas no final do trabalho.

Zajac apontava como grande vantagem deste método, para filmes de demonstrações científicas, a facilidade com que se podia modificar o programa para produzir uma nova sequência (1979:319) e mesmo a rapidez para se produzir tais filmes. Em certo sentido ele tinha razão, comparando com a demora que enfrentamos na animação tradicional – ainda que a simplicidade gráfica nos seus filmes não exigisse tanto de um desenhista experimentado. Neste caso o problema estava na impossibilidade de precisão científica que este tipo de experiência visual exige.

O cientista dá um exemplo no seu artigo de uma ação executada pelo computador que parecia “sob medida para a animação”. Trata-se do que ele chama de “laço”, uma instrução que o computador repete exaustivamente. De fato, é nesta capacidade que residia a virtude do computador em eliminar o trabalho repetitivo do animador. Ele dá o exemplo de instruções para o desenho repetido de 100 linhas horizontais traçadas num mesmo fotograma:

```
DO THRU* I = 1,100
```

```
Y = 1
```

```
* CALL LINE (-15, Y, 30, Y)
```

Adicionada a instrução CALL FRAME no “laço”, como mostrado abaixo, se obteria 100 fotogramas de um filme exibindo a ascensão regular de uma única linha horizontal.

```
DO THRU* I = 1,100
```

```
Y = 1
```

```
CALL LINE (-15, Y, 30, Y)
```

```
* CALL FRAME
```

Seguindo com sua demonstração, Zajac supõe a diminuição da velocidade da ação (no caso, à metade), para mostrar a facilidade de modificar o programa a fim de produzir uma nova seqüência animada, ficando assim:

```
READ, SPEED, X1, X2
```

```
DO THRU* I = 1,100 . SPEED
```

```
Y = I/SPEED
```

```
CALL LINE (X1, Y, X2, Y)
```

```
* CALL FRAME
```

```
STOP
```

```
3, 10, 72
```

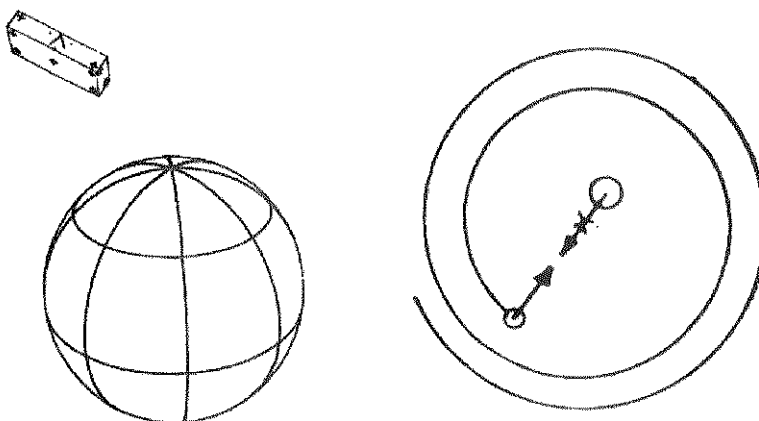
Como não estamos dando explicação dos comandos e seus significados, o entendimento das instruções fica comprometido. Mas as transcrições são apenas para conferir a facilidade aludida por Zajac. O próprio cientista tomara certa liberdade ao utilizar o FORTRAN em seu artigo para fins de clareza, deixando as técnicas da linguagem de lado. O processo todo, não só das regras da linguagem, é bem mais complicado. De qualquer modo queríamos fazer sentir o desconforto de se “desenhar” com símbolos alfanuméricos, digitados, sem ver a imagem que se imagina estar produzindo. Não se trata de aprender a programar desta maneira (do que qualquer pessoa normal é capaz, embora esta linguagem arcaica tenha sido abolida), mas verificar o quão pouco futuro esta abordagem teria para usufruto artístico.

Neste mesmo artigo Zajac reconhece a extrema limitação de linguagens inespecíficas se se deseja a evolução da computação gráfica, ficando restrita aos laboratórios de simulação científica o tipo de abordagem por ele empreendida. E mesmo condicionando a animação computadorizada ao uso educativo, advoga a necessidade de grupos de pesquisa interdisciplinares como condição para o avanço desta tecnologia – entre os quais ele lista os produtores de cinema (1979:324). Ele chega a fazer menção da “linguagem cinematográfica” (BEFLIX) desenvolvida por seu colega de laboratório, Kenneth Knowlton, como a direção a seguir.

No texto de um outro colega de Zajac no laboratório da Bell Telephone (e como ele, pioneiro da animação computadorizada) são apontados com mais detalhes outros aspectos a entravar o avanço da computação gráfica. Frank Sinden (1965:288-289) enumera, entre os inconvenientes técnicos, a inabilidade dos equipamentos em processar dados gráficos, ocasionando enorme perda de tempo de computação em pura redundância de contabilidade (a solução estaria em projetos de máquinas para tratamento visual); a criptografia de números e

símbolos em linguagens como o FORTRAN que tornava a entrada e saída de dados um processo tortuoso, necessitando de tabelas de código e conhecimento especializado por quem os utilizasse (a solução estaria na substituição por vocabulário natural com palavras e imagens). Sinden vai saudar a caneta óptica como uma dádiva inclusive para os técnicos em computação.

**Fig. 129** Fotograma do filme *Simulation of a Two-Gyro Gravity Attitude Control System*, de Edward E. Zajac (à esquerda), e fotograma de *Force, Mass and Motion*, de Frank W. Sinden.



As *linguagens de animação* que começaram a aparecer almejavam a simplificação de pelo menos algumas etapas desse processo, como se percebe pelo segundo gráfico da figura 128. A descrição da imagem e mudanças no movimento seriam, naturalmente, os pontos de maior interesse. Com a maior flexibilidade na especificação de componentes visuais e mecânicos, a linguagem poderia dar acesso aos não programadores (aos artistas) a atividade de fazer filmes com o computador.

Um esclarecimento deve ser feito aqui. *Programa* é definido como uma seqüência de instruções que pode ser executada por um computador (Woodcock, 1993:361). Não importa se isto é feito digitando códigos ou especificando comandos visuais com o mouse. A expressão “programação” diz respeito a elaboração de programas de computador utilizando linguagens de programação, como o FORTRAN antigamente ou qualquer linguagem baseada em imagens da atualidade. Ou seja, ao produzir uma animação com alguma das inúmeras linguagens gráficas interativas hoje disponíveis (pacotes como Corel Draw, Macromedia Freehand, MetaCreation Painter, Adobe Photoshop, Autodesk Animator Studio, Softimage 3D, Crystal Graphics Topas, etc.), se obtém um arquivo de dados resultado de programação interativa baseada em linguagem de altíssimo nível. O arquivo assim gerado é um *programa de animação*, feito com outro programa (uma linguagem de desenho/animação). Com isto, todos que hoje utilizam o computador para a realização de trabalhos de qualquer natureza, estão, evidentemente, fazendo programação. A referência a esta atividade no parágrafo acima, entretanto, está condicionada à aplicação de linguagens simbólicas (linguagens de programação convencionais de primeira hora) pouco acima daquelas de baixo nível. Perceba-se que as *linguagens de animação* que estaremos a comentar agora, pelo simples fato de incorporar nomes de conceitos e operações peculiares a área artística (embora o usuário continuasse tendo de digitar comandos num processo não interativo) considerava isto progresso suficiente para que “não programadores” (significando não especialistas em computação) lhe tivessem acesso – ainda que não haja tanta diferença quanto ao FORTRAN em termos de estrutura (e mais ainda em relação ao BASIC, que surgira na mesma época nesta tendência de linguagens mais simples também para uso geral). Hoje a expressão “programação” costuma designar a atividade daqueles que desenvolvem linguagens que são



utilizadas para a realização de outras tarefas, cujo produto final não é uma linguagem aplicativa (mais uma linguagem exclusiva de altíssimo nível), mas um produto específico que extrapola o ambiente da computação: a planta de um edifício, uma ilustração, um filme, etc., apenas para ficar em exemplos relacionados com imagem.

Quem vai escrever a primeira linguagem destinada a aplicação gráfica voltada para a animação é o cientista Kenneth Knowlton. Em 1964 ele apresenta sua criação (Knowlton, 1964:67-87), que veio ser batizada BEFLIX – de “Bell Flicks” (Knowlton, 1965:1116). Sua contribuição ganha ainda mais importância por investir na tecnologia de varredura, mais adequada a exploração artística. Mesmo exigindo mais capacidade de memória que a técnica vetorial, o sistema desenvolvido por Knowlton já permitia gradações de cinza. Ele vai seguir aperfeiçoando seu trabalho (formulando outras linguagens, como o EXPLOR) e será, possivelmente, o primeiro cientista da computação gráfica a contar com a colaboração de artistas (Rosebush; Sylvan, 1992:112).

Este é um dado decisivo, pois Knowlton tem como meta (ao contrário das contribuições que verificamos até aqui) o direcionamento de suas pesquisas ao serviço da arte, ferramentas digitais que ampliassem as fronteiras da expressão visual. A honestidade e o senso crítico de Knowlton, num momento em que vários cientistas já sucumbiam ao assédio e a fama que a computação gráfica prematuramente começava a despertar em certos círculos sociais (quando então vão cunhar a expressão *computer art*), é digna de admiração. A despeito do progresso das pesquisas, e sendo ele uma das vanguardas, insistia na precariedade tecnológica que desautorizava outorgar às primeiras imagens produzidas através da computação o rótulo de *arte*. Num artigo citado por Russett e Starr (1988:26) com o sugestivo título *Por Que Isso Ainda Não é Arte?*, sua afirmação a esse respeito, considerando o rudimentar estágio tecnológico da década de 1960, é pura sabedoria: “A colaboração arte/tecnologia raramente resulta em arte, mas antes em experimentações formais, demonstrações e aprendizado dos princípios”. Para que houvesse arte a tecnologia tinha de se tornar bastante flexível e ser absorvida como algo natural, como acontece com o lápis, invisível ao artista e ao observador. A computação estava longe disso. Se ainda estamos um tanto impressionados pela novidade digital (que atualmente já permite a emergência da arte) ao ponto de muitos não concordarem com a declaração de Knowlton, basta voltar os olhos para a época renascentista, para perceber exemplos de tal subserviência à geometria em função da qual a expressão do artista desaparece – sem o risco, espero, de confundir a aplicação técnica pura e simples da perspectiva como sendo arte. Nos trabalhos em que se percebe muito mais um exercício da técnica, a arte fica de esgueira. Um exemplo extremo desta anulação nos foi dado pelo talentoso pintor florentino Paolo Ucello, “que caiu na mais absoluta pobreza por ficar obcecado pela sua ‘querida geometria’” (Parramón, 1994:24).

A linguagem BEFLIX para animação é baseada em macro-instrução (Knowlton, 1964:70), uma maneira simplificada de operar um programa, tirando partido do poder do sistema que a suporta ao mesmo tempo que se adequa aos requerimentos de uma tarefa específica. Alguns exemplos de instruções nesta linguagem comprovam a conveniência da simples substituição de comandos obscuros por palavras peculiares a atividade de destino. Vejamos a instrução para a pintura de uma área retangular:

PAINT ZZ, 0, WRITE, 0

O traçado de uma curva de forma arbitrária:

TRACE CURVE 7, 19, A, ST, WRITE, 2, 1,10

A rotação de uma forma:

ROTATE C, D, LEFT, 5

O aumento numa direção de uma forma:

STRECH, A, B, UP,2

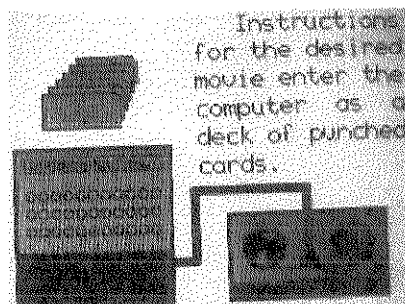
O comando para a gravação de frames:

CAMERA UNTIL, 2496

Pegando as duas últimas instruções para uma breve explicação, o comando STRECH (esticar) especifica um aumento na direção superior, de ordem 2, para a área definida pelos pontos A e B da matriz de pixels. O comando CAMERA chama a rotina de gravação de um frame – o número na linha do frame determina quantas vezes o frame deve ser repetido. Em síntese, o usuário especificava onde e como a operação era executada e quantos frames seriam produzidos em tal estágio da operação. Para o desenho de uma linha reta é programado o começo e o fim da linha (ponto inicial e final), largura da linha em pixel, tonalidade de cinza e velocidade na qual a linha é desenhada através de sucessivos frames.

No geral a linguagem continha cerca de 25 tipos de instruções. A metodologia de abastecimento do computador (através de cartão perfurado) e gravação das imagens (utilizando câmara de microfilmagem) era a mesma empregada pelo sistema inespecífico de Zajac; da mesma forma também não interativo. A saída era em preto e branco, mas podia ser adicionado cor pelo uso de filtros durante a gravação ou quando do processamento óptico no laboratório cinematográfico por trucagem tradicional (Halas; Manvell, 1979:316). Knowlton usou um computador IBM 7094 para a produção do filme que demonstra a linguagem BEFLIX na realização de animação, ilustrado abaixo.

**Fig. 130** Fotograma do filme *A Computer Technique for The Production of Animated Movies*, de Kenneth C. Knowlton.



Devemos reconhecer o avanço do método de Knowlton, que vai influenciar o desenvolvimento de um sem número de linguagens para animação com abordagens semelhantes. Outra consequência de suas ações, como a parceria entre cientistas e artistas, vai se disseminar pelos laboratórios. Esta proximidade ocasionou, da parte dos cientistas, a assimilação de noções estéticas; por sua vez os artistas logo aprenderam a programar (Rosebush; Sylvan, 1992: 49). Vários desses artistas vão desenvolver suas próprias linguagens e programas para animação, fazendo com que este método – mesmo com sérias limitações para produção de arte – sobreviva até a década de 1980. Não há ganhos expressivos nestas produções que marquem a cultura visual nos anos 60 e mesmo nos 70, mas o fato de utilizarem um procedimento absolutamente novo, associado à ciência de ponta, será objeto de intensa propaganda que busca diferenciá-los da abordagem tradicional da arte – segundo eles, completamente ultrapassada.

Esta atitude faz parte da tendência esboçada nos primórdios da arte moderna, quando conquistas científicas e tecnológicas com mais frequência foram sendo incorporadas às opções dos artistas – vimos isto no Capítulo I em relação a animação – portanto não há novidade nisto. O problema é que este enfoque foi se radicalizando, com um segmento da arte deixando de formular imagens para produzir discursos. Convenhamos que discurso é mais

adequado de ser introduzido no computador pelo método da digitação de comandos, obtendo desta maneira a mais genuína “fotografia” do jorro teórico que assolou a arte no século XX.

A nosso favor, transcrevemos a observação de dois dos mais respeitáveis cientistas envolvidos no desenvolvimento da animação computadorizada desde o final dos anos 60, Nester Burtnyk e Marcell Wein (1977:400): “Embora algumas seqüências interessantes de imagens foram geradas usando linguagem de animação, esta abordagem não oferece aumento significativo da acessibilidade da computação a aplicações criativas em animação ou a comunidade cinematográfica em geral. Seu principal uso era, e é, permitir aos programadores a produção de filmes com propósitos educativos”. Até Knowlton, o primeiro a desenvolver este tipo de linguagem visando servir a comunidade artística (com diversos filmes realizados em parceria de artistas), fazia ressalvas desta natureza. O tempo, e não foi preciso esperar muito, retirou estes procedimentos de cena – juntamente com a tecnologia de *hardware* sob a qual se apoiaram (Jankel; Morton, 1984:25).

Contrariando o interesse do grupo de artistas, cientistas e intelectuais partidários deste sistema anacrônico de produção gráfica, a mais promissora alternativa para a realização de animação computadorizada com propósito artístico vai ser baseada na técnica interativa já em uso em sistemas de desenho CAD (como vimos neste Capítulo), cujo sucesso estava em simular no computador os procedimentos fundamentais exaustivamente comprovados e desenvolvidos – como não podia mesmo deixar de ser – justamente na abordagem tradicional da arte e da animação. Renegar este comportamento não é apenas abdicar da própria noção de arte como tem sido apontada nesse texto, mas ir contra os princípios biológicos que nos permitem perceber e agir. Seria lógico que a partir da implementação dos quesitos básicos, a natural evolução da tecnologia digital trataria de melhor adequá-los (inclusive transformá-los) na medida que fôssemos dominando o novo ambiente – em direção à flexibilidade que resultaria numa produção visual autêntica, ao invés de “espremer” a tecnologia para gerar qualquer coisa que seja diferente (a novidade). Isto não funciona por muito tempo.

Sem dúvida a estratégia mais inteligente (e sensata) era moldar a tecnologia às exigências humanas e a atividade fim (no caso, a animação); afastá-la do estigma da curiosidade, banalizá-la – ainda que significasse o desgosto desta parcela de pessoas que tinha no culto de algo pouco acessível (e pouco produtivo) a garantia de sua evidência (sobrevivência seria mais correto), não importando o prejuízo de tudo o mais: a arte, a sociedade. Mais importante: significava a alforria de artistas de verdade que por um bom tempo estiveram tolhidos em sua potencialidade por ficarem, literalmente, nas mãos dos programadores que faziam a intermediação entre o artista e o sistema. Isto não podia, realmente, resultar em conquistas significativas.

Os *sistemas de animação interativos* aparecem pelo final da década de 1960. Embora em fase muito experimental e contando com as já conhecidas deficiências de *hardware*, vão proporcionar o início da difusão da animação computadorizada nas duas grandes mídias de massa: o cinema e a televisão. No começo, claro, timidamente, através dos raros estúdios-laboratórios recém-formados que partiram para a exploração comercial.

Com estes sistemas a linguagem deixa de apoiar-se em comandos digitados, enfatizando a técnica baseada em imagem a partir de sua construção interativa em terminais gráficos – a antecipação dos atuais sistemas em uso, cada vez mais baratos e comuns.

Este tratamento da animação computadorizada vai ser oferecido tanto por equipamentos digitais quanto analógicos. Sim, porque as experiências de John Whitney na década de 50 estimularam pesquisas tecnológicas no sentido de explorar graficamente o sinal de vídeo,

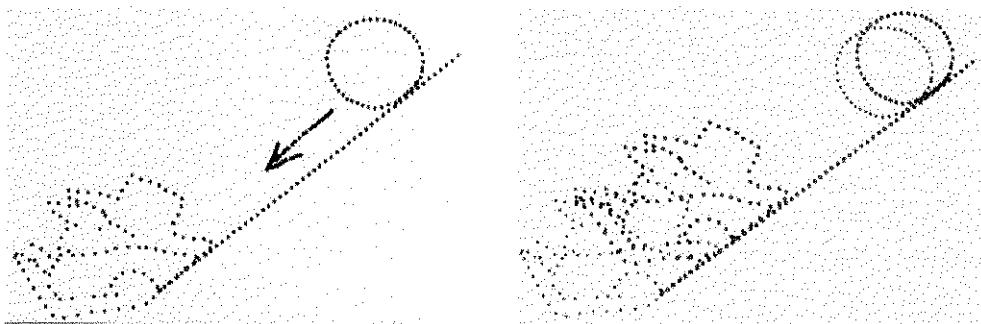
também codificado analogicamente, sendo objeto de maciço investimento por parte da indústria de televisão que nos anos 60 vai experimentar uma fase de crescimento excepcional.

Os pioneiros da linguagem interativa baseada em imagem no âmbito da animação vêm a ser os sistemas *Genesys* (digital), desenvolvido por Ron Baecker no Lincoln Laboratory do MIT, e *Scanimate* (analogico), projetado pela Computer Image Corporation. Há que se registrar o sistema digital *CAMP-Computer Aided Motion Pictures*, concebido pelos cientistas Sherwood Anderson e Donald Weiner em 1967 na Syracuse University. Esta linguagem de animação vetorial 2D contava com conjunto de primitivas, ferramentas de movimento, controle de câmara, banco de dados, já considerando a interação como meta (Anderson; Weiner, 1967).

Devido ao sucesso destas abordagens, estes sistemas serão gradativamente aperfeiçoados, gerando descendência que seguia incorporando novos recursos. Em termos de filosofia era sem dúvida o conceito de maior futuro, como ficou comprovado.

O sistema *Genesys* funcionava em tempo real, com o usuário interagindo de forma quase que completamente gráfica, para isso contando com a força do computador TX-2 (também utilizado com o *Sketchpad* de Sutherland), monitor e mesa digitalizadora. No filme de demonstração da linguagem, *GENESYS-An Interactive Computer-Mediated Animation System* (Baecker; Smith, 1969), a artista Lynn Smith desenha à mão livre na mesa digitalizadora, obtendo resposta quase imediata. Os desenhos 2D são simples, com linhas formadas por pontos bem evidentes. Entre várias características a destacar, duas chamam particularmente atenção: o conceito de *célula transparente* (acetato) e a definição do *caminho da ação* (*motion path*), trazidas da animação tradicional. Estas técnicas, aliadas à interação (que é o grande trunfo do computador), além da velocidade que aplica ao processo de animação, sugere novas possibilidades plásticas e mecânicas. Lynn Smith mostra isso duplicando linhas de ação, espelhando-as para conseguir movimentos sincronizados, alterando dinamicamente linhas de ação, colando “acetatos” diferentes em diferentes frames da animação, etc., tudo interativamente.

Estas conquistas de fato impressionam. O problema é quando as comparamos ao nível artístico que a animação tradicional já desfrutava. As ilustrações abaixo confirmam que muita pesquisa ainda tinha de ser realizada. Mas o caminho estava aberto.



**Fig. 131** Fotogramas de animação feita no sistema Genesys, com desenhos da artista Lynn Smith (1969-70).

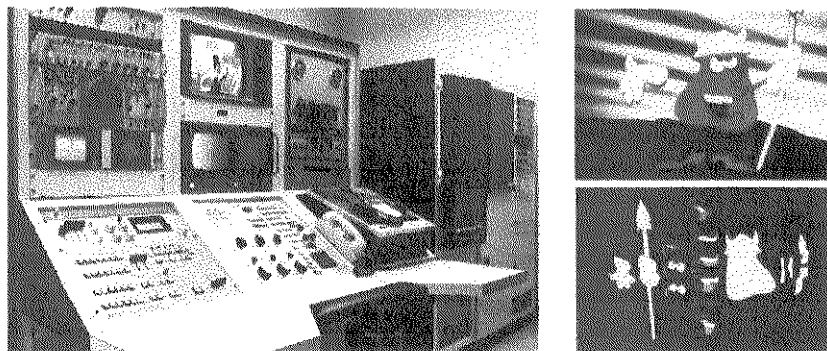
Se a computação digital era lenta naquele momento para atender aos requisitos de qualidade plástica que os artistas (e o mercado) exigiam, isto não era um problema tão grave para o sistema analógico *Scanimate*. É interessante, mas a falta de confiança da tecnologia analógica no tratamento da informação aqui passava a ser vantajosa. Não havia o gargalo de apenas dois estados, “sim” ou “não”, da computação digital, que por não permitir indecisão

acabava tendo de processar uma enormidade de cálculos – nem sempre com sucesso – para resolver tarefas simples (do ponto de vista gráfico). A indústria vai resolver este impasse reprojetoando máquinas, ajustando circuitos e se valendo de novos *chips* e memórias cada vez mais poderosos.

Enquanto isso o Scanimate vai ocupar espaço, sendo o grande responsável pela introdução da computação gráfica na televisão e no cinema. A primeira leva de comerciais para televisão a fazer uso de técnicas de computação foram realizadas pela família de sistemas analógicos desta linhagem – *Animac*, *Scanimate* e *Caesar* (Jankel; Morton, 1984:27). São os precursores das ilhas de edição de vídeo, que só agora estão mudando em massa para a tecnologia digital.

A vantagem do Scanimate estava na familiaridade de sua interface, a despeito da complexidade de seu mecanismo (veja figura abaixo). A captura e saída da imagem era baseada em vídeo. Após um desenho ser convertido em sinais elétricos, o artista lhe tinha acesso instantâneo via monitor, podendo realizar diversas operações com a imagem através do painel de controle. O fato de o artista *escanear* (ler e traduzir a informação visual por meio de sensores de luz) seu desenho preservando as características estilísticas era um detalhe da maior importância.

**Fig. 132** Scanimate system. Em cores, figura montada a partir de componentes produzidos com o sistema (embaixo).



Com a imagem disponível, o artista a manipulava eletronicamente por meio de uma grande variedade de recursos: rotação, *zoom*, deformação, explosão, ondulação, texturas, etc. Tinha rapidez e flexibilidade na aplicação de cor nos “acetatos”, com amplo controle de detalhes e luminosidade. Uma sequência de movimento podia ser ensaiada o quanto fosse necessária, para então partir para a gravação. Com tudo isso, o Scanimate não se prestava a qualquer trabalho de animação. De partida havia a deficiência de resolução da tecnologia de varredura, e para a animação de personagens – que tem no controle de movimentos complexos numa infinidade de desenhos seu ponto crítico – nada oferecia. Aliás, um artigo de Francis Honey (1971:154-156), na época trabalhando no desenvolvimento desse sistema para a Computer Image Corporation, tem o cuidado de alertar sobre isso, inclusive fazendo uma esclarecedora distinção da expressão “artes gráficas”. Este termo é muito amplo. Honey considera *artista gráfico* o indivíduo envolvido com comunicação visual para mídias industriais de larga difusão. O cartunista que produz desenhos animados do tipo *animação total* (como Disney), estaria incluído nesta definição. Mas Honey especifica o termo para trabalhos de diagramação, logotipos, ilustrações figurativas ou abstratas a serviço de produtos ou conceitos institucionais muito específicos. A maior parte das animações comerciais vistas na televisão se enquadram nestas categorias, como também certas sequências de filmes. É para este tipo de aplicação que o Scanimate era destinado: animação de títulos, certas formas de animação limitada de personagens, efeitos especiais, etc. Jamais para animação complexa de

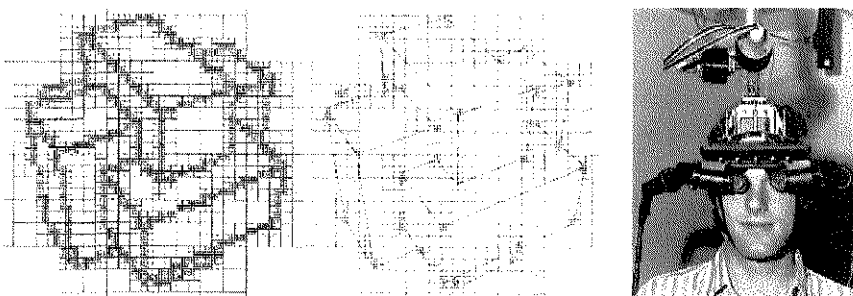
personagens, como vista em *Branca de Neve*, *Bambi*, ou qualquer outra *animação total* de Walt Disney.

Um exemplo no cinema que mostra o tipo de efeito especial conseguido com o Scanimate é observado em *2001: Uma Odisséia no Espaço* (Stanley Kubrick, 1968), no momento em que a nave acelera e causa deformação do espaço-tempo, formando linhas coloridas radiantes (Halas, 1983:7). As linhas foram desenhadas manualmente e posteriormente processadas pelo sistema.

Sendo um período fundamental para o avanço técnico da animação computadorizada – pois vai lançar as bases da tecnologia que será aperfeiçoada nos anos seguintes – a década de 1960 termina com um novo centro de referência: a Universidade de Utah. Com a transferência para esta instituição dos cientistas Ivan Sutherland e David Evans (então os mais prestigiados pesquisadores em computação gráfica), levando junto o dinheiro dos militares e atraindo jovens entusiasmados com o potencial dos gráficos digitais, o programa de pós-graduação vai formar algumas das pessoas de maior influência no aprimoramento técnico da computação gráfica que por sua vez vão dirigir laboratórios e montar empresas que exercerão profunda influência em seu desenvolvimento.

Ivan Sutherland e David Evans não apenas vão orientar e participar de pesquisas que dão origem a alguns dos conceitos determinantes em computação gráfica, mas impulsionarão o mercado oferecendo computadores especialmente projetados para tarefas gráficas através da sociedade de ambos na empresa homônima Evans & Sutherland. É quando eles aprofundam as pesquisas com as técnicas interativas voltadas para equipamentos de simulação de voo, que eram vistos pelos militares como inestimável ferramenta para treinamento de pilotos (Rivlin, 1986:28). Vai ser também em Utah que Sutherland aperfeiçoa o *capacete com visor estereoscópico*, que simula um ambiente tridimensional (redescoberto nos anos 80 e associado ao conceito de *realidade virtual*), concebido por ele quando ainda estava no MIT (Sutherland, 1970:70).

**Fig. 133** Aplicação do algoritmo de superfície oculta por subdivisão de área (John Warnock, 1969). Protótipo do capacete com visor estereoscópico para imersão virtual (Ivan Sutherland, 1968).



Duas das mais importantes contribuições para a computação gráfica, ocorridas na Universidade de Utah ainda nos anos 60 e intrinsecamente relacionadas, vêm a ser o *algoritmo de superfície oculta* e a *aplicação de sombreamento* em modelos 3D.

Na modelagem tridimensional, não apenas as linhas, mas também as superfícies escondidas dos objetos precisavam ser removidas para que as partes visíveis pudessem receber o preenchimento que lhes daria a aparência de sólidos. Várias alternativas foram propostas para este problema, mas o algoritmo considerado a solução mais engenhosa (para as quais se usa um termo emprestado da estética, “elegante”) foi apresentado por John Warnock em 1969 (Sutherland, 1970:73). O *algoritmo de subdivisão de área*, como foi chamado,

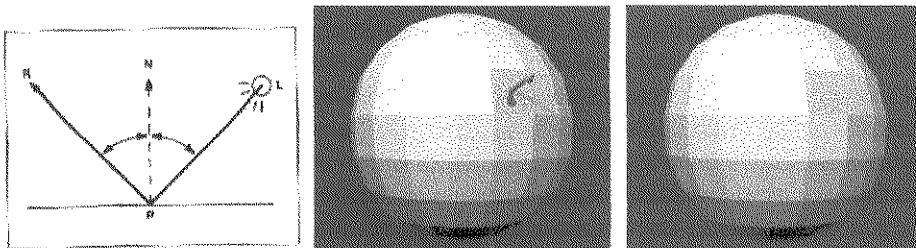
esquadrinha a imagem projetada do objeto 3D, dividindo sua superfície numa série de quadriculados (sub-regiões), selecionando o que é área do objeto e descartando o que é fundo. Estas áreas sofrem divisões ainda menores até restar a superfície do objeto que estará em frente de todas as outras. Uma determinada área correspondendo a um polígono (uma estrutura fechada por linhas) é preenchida com cor e/ou textura de acordo com as informações dos pixels do local, aparentando no final uma superfície sólida.

Este é o processo básico. O próprio algoritmo de subdivisão de área vai sofrer sucessivos melhoramentos – Sutherland fala que ele mesmo ajudou nisso – como também a quantidade e a forma dos polígonos vai complicando o procedimento básico, exigindo mais em termos de desempenho da máquina e estratégias mais trabalhosas de programação.

O trabalho que se verifica neste momento na Universidade de Utah pode ser considerado o início da etapa da simulação da imagem realista. É preparado o ambiente para o desenvolvimento das técnicas de *render* (acabamento das imagens em busca da representação realista) e *modelagem* através de operações eficientes e interativas. Mesmo indivíduos de outras instituições rapidamente despontavam com projetos avançados na onda da simulação do real (caso de W. J. Bouknight, da Universidade de Illinois). A computação gráfica parte para o sombreado de objetos 3D, e novamente, como constatado outras vezes em questões cruciais, a noção básica para a partida do empreendimento de como iluminar uma superfície sintética digital vem de um colaborador distante no tempo, o físico e astrônomo alemão do século XVI Johann Lambert (Morrison, 1994: 39), que ao observar a reflexão da luz sobre objetos formulou a seguinte lei óptica: a intensidade da luz refletida é proporcional ao ângulo entre a fonte de luz e a superfície. Por meio da *Lei do Co-seno de Lambert* (também ficou conhecida por *algoritmo de Lambert*) se determina a quantidade de luz que a superfície reflete. Para isto uma linha (a *normal*) perpendicular a superfície do objeto é estabelecida, calculando em seguida o ângulo entre a normal e a fonte de luz. A intensidade é uma função do co-seno deste ângulo. Quanto menor o ângulo maior a intensidade da luz refletida. Se o ângulo aumentar e chegar aos 90 graus, a luz desaparece, formando sombra.

No computador a superfície do objeto é dada pelos *polígonos*, para os quais se estabelecem as respectivas *normais*. O computador determina o ângulo entre estas normais e a fonte de luz, encontra o co-seno dos ângulos e multiplica os co-senos pela intensidade da luz, obtendo os valores de luminosidade dos pixels de cada polígono. Como neste método o computador calcula os valores de iluminação para cada polígono separadamente e uniformemente banhado pela luz, o resultado é que superfícies curvas como a de uma esfera (formada por diversos polígonos), ficam com a aparência facetada, descontínua. Este aspecto artificial de preenchimento de superfícies de objetos 3D vai caracterizar o segundo tipo de representação visual mais associado a “imagens de alta tecnologia”.

**Fig. 134** O ângulo de incidência e reflexão da luz equivalentes em relação à normal – base dos métodos de tonalização. No exemplo das esferas, vê-se a normal (seta amarela) no centro de um polígono, obtendo-se a aparência facetada.





É impressionante como o marketing poderoso da computação gráfica vai explorar o que os especialistas sabiam ser pura limitação tecnológica, para obter vantagens fazendo a relação entre estas precárias configurações digitais com o extremo prestígio social que a ciência/tecnologia passara a desfrutar. É irônico também! As figuras com esta aparência ganhavam instantaneamente a reputação de coisa superior – não necessariamente de arte. Até porque uma associação com a arte como a defendida pelos círculos das ditas vanguardas da época certamente não traria benefícios populares. A verdade é que a arte na passagem da década de 60 para 70 sofria o maior assalto contra seu estatuto ao longo do século XX. Era a culminação do desmonte de séculos de conhecimento em nome de apenas quinze minutos de fama, como Andy Warhol (um dos artífices deste desmonte) decretou. O intenso envolvimento ideológico do período, a atmosfera delirante resultante de uma seqüência formidável de acontecimentos políticos, sociais e científicos que parecia não ter fim, com certeza contribuiu para isso e deu autenticidade para muito daquelas manifestações. A arte, como expressão sensível da sociedade, vai refletir a instabilidade do mundo; mas pagou um preço muito alto, já que teve de abrir mão de referenciais caríssimos à sua existência enquanto disciplina estética. Acreditamos que o vácuo artístico que se estabeleceu desde então seria uma reação natural do organismo sociocultural que chegara a um ponto de stress absoluto, precisando ser reconstruído em novas bases instrumentais. Alcançamos o momento de nova e profunda redefinição da arte, afetando desde sua inserção social, passando por novas configurações estéticas até, evidentemente, o estabelecimento de uma nova práxis artística. Em particular neste último aspecto, realiza-se a montagem de uma estratégia operacional para o trabalho de arte apoiado na conjunção de conhecimentos tradicionais mais o sistema de produção digital, resultando numa sinergia que tende a gerar efeitos potencializadores na expressão visual. Ocorre com isto o reparo no corte do sistema clássico da arte ocasionado com a introdução da câmara fotográfica, que rompia com a abordagem tradicional ao desconsiderar seu método a as particularidades envolvidas na manipulação dos elementos de sintaxe plástica. A computação gráfica não só vai tomar de empréstimo o esquema perspectivo (como já fizera a máquina fotográfica) mas incorpora procedimentos de modelagem e visualização típicos do trabalho convencional analógico. A arte se reabastece em seu corpo clássico de conhecimentos turbinado pela dinâmica da informática.

Entretanto, tais implicações da computação gráfica para a produção artística visual não se mostravam tão evidentes naquele período pioneiro – ao menos em relação a este direcionamento, no qual a tecnologia digital se esforçava para viabilizar a simulação do modelo operacional da arte. Por isso mesmo, para concluir nossa abordagem referente aos anos 60, vamos considerar as repercussões das conquistas da computação gráfica no mundo da arte.

Bem, hoje parece haver consenso de que a computação gráfica nos anos 60 era demasiada impessoal e tecnicamente imprópria para se envolver na elaboração de projetos artísticos. Em nenhum momento derivamos nossos comentários para analisar abordagens expressivas quanto aos elementos básicos da sintaxe visual ou os princípios fundamentais da animação. Se nem neste nível mais estrutural tivemos possibilidade de discussão, o que dizer de questões mais complexas como a detecção do estilo ou a criação de personagens? Não se oferece a menor condição para tentarmos qualquer comparação com a produção visual por meio de instrumentos e materiais tradicionais. Por todo o tempo nos ocupamos em enumerar feitos técnicos e verificar o quão distante se encontravam de oferecer ferramentas eficazes,

versáteis, moldáveis às exigências da expressão artística. Isto pode deixar a impressão de que não existiu (ou pelo menos existiu pouco) empenho em produzir arte através da computação. Muito pelo contrário. Nos surpreende a precocidade e mesmo a súbita arrogância com que a computação gráfica irrompeu na esfera da arte, a despeito de não contar ainda com a aparelhagem mínima para encarar seriamente a rica tradição da história da arte. Mas é aqui que qualquer um vai se sentir estimulado a ocupar um espaço. Depois das atrocidades ditas artísticas que as ditas vanguardas perpetraram naquela época, a arte passou a ser terra de ninguém em que tudo era permitido e em seu nome qualquer coisa podia ser feita. Já ia longe o tempo em que um artista do talento de Leonardo da Vinci, após anos como aprendiz, demonstrava receio de não corresponder às exigências da cultura artística de sua época. Interessante é este paradoxo: nos anos 60 a arte ainda desfrutava de um status social conseguido exatamente pelos artistas renascentistas que cultivaram o rigor (o método) da elaboração plástica, quando agora muitos almejavam usufruir deste status negando o que o tornara possível.

Mal a computação gráfica fôra divisionada e os eventos artísticos para promovê-la começaram a pipocar. Rosebush e Sylvan (1992:49) listam exposições desde 1965. Não se trata de descartar a idéia de fazer arte através do computador naquela época e mesmo antes (o que seria um absurdo), mas ter a responsabilidade da autocritica (como demonstrou Kenneth Knowlton) e reconhecer a fase marcadamente experimental para atribuir-se a faculdade de empreendimentos expressivos. Claro que muitos não concordariam com isto, notadamente a indústria interessadíssima na expansão do consumismo – não importando o que se consome.

Uma exposição em particular é citada como um marco na difusão da computação na arte. Em 1967 o *Cybernetic Serendipity*, organizado por Jasia Riechardt no Instituto de Arte Contemporânea de Londres, na Inglaterra, foi a primeira mostra internacional a dar visibilidade a “computer art”. Cercado de grande publicidade, muitos dos trabalhos seguiram para exposições em outras importantes cidades. Num artigo de meados da década de 70 em que faz um levantamento das questões em voga sobre a relação entre arte e computação gráfica, Charles Csurí (1974:504) dá algumas informações e tece comentários sobre as repercussões do evento. Por ele ficamos sabendo que a reação do público não teria sido de aprovação nem tampouco desaprovação (indiferença?), mas as pessoas da arte (artistas, críticos, produtores, etc.) de maneira geral não tiveram uma boa impressão. As razões que levariam a esta negação até há pouco continuavam sendo repetidas: ameaça da tecnologia na estrutura do mercado de arte e o reconhecimento instintivo de que muitas das instituições e conceitos básicos do homem estavam mudando. Será que este tipo de explicação que atravessa séculos ainda satisfaz? Em relação aos artistas se tornou lugar-comum afirmar que estes seriam refratários à tecnologia por esta lhe tomar o serviço. Ora, é da natureza do homem defender sua subsistência, lutando contra aquilo que usurpa suas garantias, mas nem por isso a humanidade abdicou do progresso tecnológico. O mesmo pode ser dito referindo-se particularmente aos artistas – aliás, a trajetória da animação apresentada nesse texto já seria mais que suficiente para desautorizar este tipo de alegação, o que é uma prova de que aqueles que advogam tal idéia não sabem do que falam. Quanto às mudanças nas instituições e conceitos, nossa larga experiência histórica e científica já mostrou que dispomos de arraigadas estruturas biológicas que condicionam à permanência de determinadas condições fatores decisivos a nossa existência. A cultura é uma destas condições – e até por ser uma criação humana estaria fadada a mudanças. Mas instintivamente reconhecemos que aspectos da cultura – e em que intensidade e velocidade – a mudança pode se processar sem ocasionar desequilíbrios fatais. Aprendemos, inclusive, que não é a tecnologia em si que causa problemas, mas o homem que

a usa com intenções reprováveis. Portanto, estas alegações são desgastadas e escamoteiam os verdadeiros motivos da falta de aceitação da “computer art” nos anos 60: falta de qualidade pura e simples – e não por culpa da tecnologia que sabia-se estava em franco processo de desenvolvimento (por conseguinte, ainda insuficiente), mas da avidez de muitos que não hesitam em precipitar-se (pelos motivos mais variados – justificáveis ou não).

Defende-se este tipo de atitude como garantia de processos revolucionários que abrem novas perspectivas para a humanidade. Isto faria parte (decisiva) do jogo da vida; tanto que a própria Natureza lança mão deste artifício por meio de mutações inesperadas. Deve-se informar, no entanto, que para cada mutação que a Natureza realiza com sucesso, um número muito maior fica no prejuízo, fazendo com que muitas novas espécies pereçam. A diversificação exuberante do universo trata de garantir a eficiência deste procedimento. A humanidade (parcela da Natureza) não goza de tamanha flexibilidade. A ciência, que tem propiciado exemplos de acontecimentos inesperados redundando em descobertas que por vezes redireciona seu curso (e de resto arrasta junto a humanidade), não abre mão das experiências e metodologias consagradas – reconhece a validade do conhecimento, cultiva-o, até porque sabe que assim se estará mais apto a reconhecer um acidente revolucionário. Tanto que a maior parte das contribuições da ciência é resultado do investimento no trabalho corriqueiro dos laboratórios, lastreado na acumulação do conhecimento – exatamente a linhagem onde está inserido o computador, a informática (deflagrando a estupenda revolução do conhecimento, em andamento).

E a arte? Bom, nestes momentos, mesmo os mais ardentes defensores de procedimentos “científicos” na arte fazem questão de colocá-las em campos opostos. O que vale para a ciência não vale para a arte, diriam. Temos procurado nesse texto fazer justamente a distinção da abordagem do trabalho artístico daquele científico. Já falamos que isso está diretamente relacionado aos objetivos diferentes que são perseguidos pela arte e pela ciência. Mas encontramos sim pontos de contato entre ambas – desde instrumentos, passando por metodologias e chegando até a conceitos. Apenas são trabalhados com objetivos divergentes, o que faz uma grande diferença. Por isso é comum cientistas se dedicarem a arte e vice-versa. Com tudo isto, ainda se poderia alegar o acontecimento extraordinário na arte, a revolução estética (donde nasce a hoje pouco prestigiada idéia de vanguarda – olha aí!) como sendo diferente em relação a ciência, pois se alegaria agora exatamente as tais intenções opostas. Revolução diz respeito a algo que acontece num curto espaço de tempo com conseqüências transformadoras. Colocado assim parece não haver problemas, mas dependendo desse espaço de tempo e freqüência com que acontece, revolução passa a ser algo extremamente pernicioso, beirando o letal. A revolução é a exceção, não a regra. Inverter essa ordem é suicídio. Queremos com isto defender a idéia da permanência de uma tradição também em arte, como forma de nos referenciar na construção de novos ideais estéticos. Se hoje ainda vemos alguma arte por aí é porque alguma relação ela estabeleceu com os referenciais clássicos, que por isso mesmo nossa memória mais profunda (como que para resguardar nossa inteireza) teima em preservá-los. A precipitação da computação gráfica em direção a arte nos anos 60 não resultou em algo positivo porque não partiu de nenhuma base sólida: nem técnica nem conceitual. Tratou-se de mera satisfação pessoal e anseio sóciocomercial (irresponsabilidade?). Isto não aconteceu com o impressionismo, como também não se repetiu com o cubismo, para ficarmos apenas em dois exemplos significativos de grande mudança de paradigmas artísticos. As revoluções impressionista e cubista alcançaram sucesso porque, entre outros fatores, seus autores estavam preparados para conduzir estas revoluções – eram detentores de firmes

conhecimentos e experiência nas práticas clássicas da arte (além de possuírem uma relação existencial com a pintura).

Com a computação gráfica isso ainda não existia. O contexto também conspirava contra uma postura honesta de cientistas e artistas. Se os cientistas não entendiam de arte, os primeiros artistas a experimentar o computador naturalmente se sentiram desconfortáveis ao utilizar os sistemas de desenho disponíveis, normalmente baseados em programação tradicional. Mas os artistas que logo aderiram a nova tecnologia estavam mais interessados nas máquinas do que nas imagens (Csuri, 1974:504), o que nos dá uma pista da formação precária destas pessoas, já que um artista experiente não abdicaria dos instrumentos tradicionais que lhe permitiam expressão autêntica para embarcar numa aventura em que nem ele, nem a arte, teriam nada a ganhar (e aí eram tachados de retrógrados!). Claro que havia excessões. Quase sempre as há, o que garante, no fim das contas, a condução do empreendimento a bom termo. Porém, o que dava mais na vista eram formulações tão pretensiosas quanto pouco convincentes. Aqueles artistas deslumbrados se encantavam e elaboravam idéias presunçosas acerca do computador. Tinham na digitação de linhas de códigos de programação o cúmulo da vanguarda, uma idéia tão extravagante quanto enganosa, mas que recebia guarita em meio às tendências bizarras que tomaram conta da época e ajudou a desacreditar as artes visuais junto ao público. Mas o ambiente criativo estava tão receptivo a tendências alternativas que tudo era para ser experimentado. O computador aparecia então como uma das opções mais atraentes, envolto por idéias e sensações bem típicas dos anos 60, como concepções a respeito de um tipo de espaço n-dimensional com a expectativa de que se encontravam no limiar de uma nova e revolucionária abordagem da arte. O fato é que a idéia de uma arte computadorizada, como vanguarda artística, não passou de uma ilusão, como todos (enfim) reconhecem. A situação era complicada, pois ao se envolver com a tecnologia de computação gráfica disponível o artista colocava em cheque a noção tradicional de arte e de como fazer arte, sem efetivamente receber algo equivalente para preencher esta lacuna – até porque não havia (a computação ainda não era capaz de oferecer um meio de produção de arte que rivalizasse com os instrumentos e materiais tradicionais). Veja o que disse Csuri (1974:504): “era um choque descobrir quanto alguém teria de aprender sobre computação gráfica para fazer arte e, mais importante, quanto teria de desaprender a respeito dos meios tradicionais da arte”.

Esta circunstância inicial caracterizada por tecnologia precária acabava colocando o artista numa situação delicada. Fazia-se de conta que aquilo era arte; tem gráficos, tem cores... não, isto não é suficiente para termos arte – mas os vanguardistas decretaram como arte coisas piores: uma moldura com uma tela em branco, uma moldura sem tela, a parede sem moldura,...! Em seu artigo, Charles Csuri, ao tratar das deficiências do computador como instrumento artístico, foi até muito benevolente (mesmo tendo sido escrito em 1974, já num outro nível tecnológico, é uma boa referência). Falou da limitação da paleta de cores, mas se tratava – particularmente nos anos 60 – de algo muito mais grave, como desenhar dentro de um veículo que trafega numa estrada esburacada. Todos deviam saber que o artista de verdade (somos obrigados a colocar nestes termos) queria uma linguagem de programação gráfica, fácil de usar, mas estava enredado com o FORTRAN ou linguagem montadora. Csuri reconhecia que haveria arte quando o artista assumisse o controle da máquina, fazendo-a seguir seus desejos. Mas fica a impressão de que isto poderia se proceder usando a programação escrita, o que era, definitivamente, um engano. Como se percebe, este tipo de debate vai continuar, surpreendentemente, ainda durante os anos 70 – uma década depois do Sketchpad!

Com todas as deficiências eletrônicas então existentes para se fazer arte em moldes digitais, algo pelo menos parecia ficar fora de dúvida: independente de qual fosse o instrumento e de onde ele viesse, arte era negócio de artista. Isto até pode parecer óbvio, mas quiseram achar o contrário. Cientistas, técnicos (programadores), engenheiros, entre outros com formação semelhante, almejando status artístico, achavam que por dominarem a tecnologia dos computadores poderiam ir além dos artistas, pois tinham a idéia (facilmente verificável até hoje) de que fazer arte era brincadeira. Claro, se nem a arte vinha se levando a sério, o que esperar dos demais? Talento, conhecimento, experiência artística, tudo isto fôra desconsiderado pelos novos movimentos. Começavam a propagar a idéia equivocada de uma espécie de novo artista como homem de ciência, para quem fazer arte implicaria em lidar com equações, programação simbólica e coisas do gênero. Logo toda uma linhagem teórica surge em apoio a esta abordagem “chique” da arte, com artigos sobre *computer art* enfatizando o aspecto insólito e espetacular deste tipo de produção.

Porém, vários cientistas e demais pessoas não artistas seriamente engajados no desenvolvimento da computação gráfica (não por acaso os nomes mais importantes do meio) jamais tiveram qualquer tipo de dúvida a respeito das particularidades da arte e dos requisitos daqueles que a fazem. Eles notavam a completa irreverência dos artistas de verdade (por questão de diferenciação, por hora vamos insistir neste tipo de alusão) para com as máquinas de milhares, milhões de dólares que demandaram tanto esforço científico e tecnológico. Os artistas, após certa familiarização, não se impunham restrições ao manejar os computadores, como faziam os cientistas. Eram abusados, transgressores. Como corretamente detectou Csuri (1974:504) – ele próprio um desses artistas integradores de tecnologia plenamente consciente de sua função entre os produtores de imagem através da computação gráfica – os artistas se colocavam como mágicos manipulando como que por prestidigitação os cartões de dados do computador. Nos sistemas interativos, Jankel e Morton (1984:26) citam a contribuição da artista Lynn Smith, ao extrapolar os limites da experiência com a linguagem Genesys. Originalmente projetada para a produção de desenho animado digital, a artista notou que os reflexos dos pontos de luz dos desenhos no monitor continham mais apelo que as próprias figuras, o que a levou a explorar novas possibilidades plásticas insuspeitadas pelo cientista que construiu o sistema. Por sua vez o pioneiro cientista Kenneth Knowlton não deixava dúvida de onde vinha a arte: “Espero a arte vindo de artistas ou artistas trabalhando junto com programadores – não espero muito arte vindo apenas de programadores” (citado por Russett; Starr, 1988:194). Logo ele que fez muitos filmes com artistas, sempre se considerando na posição de programador.

Knowlton vai mais longe e aponta como uma das causas das dificuldades de encaminhamento conseqüente de uma arte em moldes digitais a ligação da chamada *computer art* com a *teoria da informação*, que granjeara certa aceitação entre teóricos nos anos 60. A noção chave dessa teoria diz que “a informação pode ser concebida de uma forma totalmente divorciada de qualquer conteúdo ou assunto específico, simplesmente como uma decisão única entre duas alternativas igualmente plausíveis” (Gardner, 1995:36). Aqui a informação é tratada como um acontecimento mecânico, mensurável, manipulável automaticamente. Sua criação é geralmente atribuída ao engenheiro elétrico Claude Shannon, com a publicação intitulada *A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits*, considerada a mais importante dissertação de mestrado do século, apresentada no MIT em 1938, decisiva para o advento do computador eletrônico digital. Shannon demonstrara como os princípios booleanos *verdadeiro* e *falso* podiam ser aplicados a interruptores elétricos, e como estes poderiam tratar de operações lógicas do pensamento (informamos no item 2.1. que esta

proposição de Shannon se encontra entre os fundamentos por trás da construção do computador moderno).

Baseado em idéias de natureza semelhante, como a proposta de *cálculo da medida estética* do matemático americano George David Birkhoff, o ensaísta alemão Max Bense vai transpor estes conceitos para a arte, na forma de postulados “científicos” para a estética, com denominações como *estética informacional*, *estética matemática*, *estética tecnológica*, *estética gerativa*, etc. (Bense, 1975:45,135), cuja “escola” ocuparia o lugar de referencial teórico para a já aludida *computer art* nos anos 60. De fôlego curto mas intenso, o pensamento de Max Bense que influenciou boa parte dos primeiros indivíduos a explorar o computador como instrumento de criação artística, contribuiu para acentuar o aspecto equivocado da subordinação do artista ao imperativo tecnológico e mecânico – é a própria negação do que existe de maior valor na arte, a expressão autêntica do sujeito criador (o instrumento por ele utilizado deve, no máximo, amplificar esta expressão, jamais governá-la). A *estética científica* é um sistema inviável para a arte, pois a coloca dentro de uma “camisa de força” intelectual/expressiva, algo completamente inaceitável (no mínimo muito limitado) como modelo de criação, algo que a própria complexidade e dinâmica da cultura tratou de enquadrá-la e tirar seu valor em relação a tal pretensão. Confunde automação com liberdade criativa; aleatoriedade com intuição artística. Não é possível: intuição é pura sensibilidade (conhecimento sensível de primeira instância), coisa completamente diferente da frieza das equações matemáticas e da assepsia dos algoritmos. Ora, é justamente a intuição que se encontra o mais afastado da simulação pelo algoritmo (pura lógica e raciocínio modelável). Nada mais contrastante. Charles Csuri, que testemunhou e contribuiu para a computação gráfica daquela época, não deixa dúvida: “Os detalhes desagradáveis da implementação de informações no computador e concepções ingênuas a seu respeito, logo resultaram em frustração e resultados por demais modestos” (1974:504).

Como exemplo da arte produzida no período, são bastante representativos os trabalhos dos irmãos John e James Whitney, e aqueles da parceria entre o artista Stan VanDerBeek e o cientista Kenneth Knowlton. Estas escolhas são facilmente justificáveis: os irmãos Whitney são pioneiros em produções com interesse puramente artístico criadas através de computação gráfica, valendo-se da primeira tecnologia de exibição disponível baseada em sistema vetorial. Pelo tempo e tipos de abordagem computacional empregada por eles, temos uma boa oportunidade para avaliar a evolução visual e mecânica. Já a dupla VanDerBeek/Knowlton parte do uso do sistema de exibição por varredura.

Ambas as duplas tinham em comum o trabalho com representações abstratas animadas cuja programação era baseada em método não interativo fazendo uso de cartão perfurado, o que nos dá uma pista do nível tecnológico da época. Sabemos que a natureza precária dos primeiros dispositivos funcionava melhor com configurações geométricas simples, de mais fácil tradução em termos matemáticos. Embora existissem propostas figurativas (veja a rápida e promissora sequência do estilhamento do beija-flor abaixo), estas eram minoria e quase sempre não apresentavam um conceito de obra, ficando ao nível do mais básico experimento. Quando isto acontecia – a exemplo de uma animação com duração de dois minutos que apresenta a caricatura de uma lagarta chamada *The Flexipede*, de Tony Pritchett (realizada em FORTRAN por meio de um computador ATLAS da Universidade de Londres, uma das

primeiras contribuições européias, em 1967) – as figuras se resumiam a uma primitiva aglomeração de formas geométricas e traços, com uma mecânica extremamente rígida.



Fig. 135 CHARLES CSURI. Frames de *Humingbird*, 1967.

O filme *Catalog* (duração de sete minutos), de John Whitney, produzido nos anos 50 com seu computador analógico e lançado em 1961, apesar das interessantes evoluções de padrões abstratos constituídos por pontos e superfícies (feitos à mão, animados com ajuda do computador e coloridos por processo óptico convencional), não passa de uma sucessão de efeitos visuais a demonstrar as possibilidades estéticas de movimentos simultâneos, simétricos, repetitivos, com as infinitas variações que lhe são permitidas através do uso de uma máquina. O visual é típico de imagens obtidas em osciloscópios (ver figura 95). *Catalog* é uma colagem de fragmentos das experiências plásticas e mecânicas de John Whitney com a máquina analógica que ele construíra, amarrados com uma trilha sonora instrumental no ritmo das evoluções visuais. O próprio John não considera isto um filme (no sentido de obra ordenada, concebida em termos de projeto artístico coeso, com identidade), nem pensa nesta produção como um trabalho de arte; apenas o considera uma amostragem do potencial do método utilizado em sua confecção (Russett; Starr, 1988:184). Trabalhando este tipo de efeito com sua máquina analógica, John se manteve entre 1958/66 fazendo comerciais, aberturas de filmes (citamos o filme de Hightcock) e programas de TV.

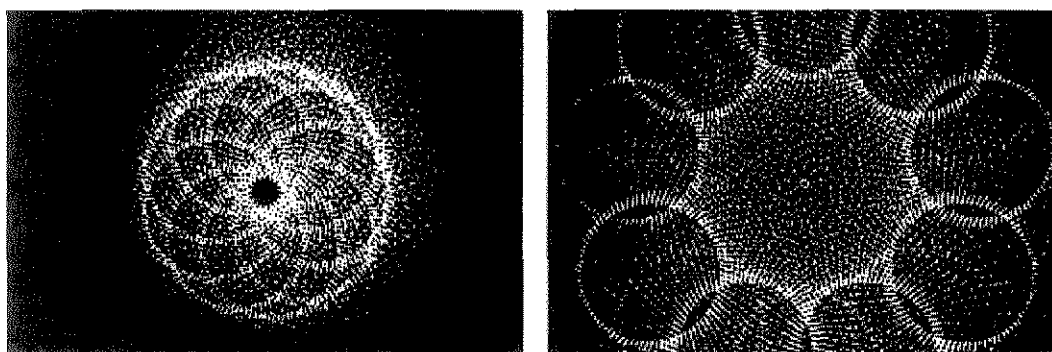


Fig. 136 JAMES WHITNEY. Frames de *Lapis* (1966).

Foi seu irmão James (dos dois o mais interessado em artes plásticas) que realizou uma animação abstrata que pode ser considerada um filme. Com o nome de *Lapis* (duração de seis minutos), James Whitney levou três anos (1963/66) para finalizar este trabalho de extrema elaboração e paciência. Ele pintou milhares de pontos sobre placas de vidro que eram montadas em camadas para a animação controlada pelo computador analógico. As rotações



dos eixos da *truca* (uma mesa para efeitos ópticos) e do movimento da câmara eram processados com eficiência pelo computador (Jankel; Morton, 1984:22). Apresenta uma organização visual mais integrada e plasticamente mais rica que a observada em *Catalog*, do seu irmão John. As imagens giram em torno de uma forma básica (uma mandala), com transformações sucessivas realçadas pela miríade de pontos brilhando como partículas luminosas, alcançando marcante impressão óptica. Mas não oferece nada fundamentalmente diferente em termos plásticos daquilo visto em *Catalog*.

Até aí dá para compreender o impasse a que foram submetidos por uma conjunção técnica que não permitia ganhos em operação, não podendo aproveitar todo o poder da computação. Seria de esperar que contando com computador digital se conseguisse um salto tanto em termos de forma quanto variação dos efeitos mecânicos. Para nossa surpresa, nem uma coisa nem outra se verificou. Em 1966 John Whitney vai ser contratado pela IBM para realizar filmes com suas máquinas – o que daria boa publicidade para a empresa, particularmente para promover o terminal gráfico modelo 2250, especialmente lançado em meados da década em vista do interesse que a computação gráfica vinha despertando nas grandes indústrias. No ano seguinte, utilizando este equipamento mais o revolucionário sistema IBM 360 (que substituíra os transistores pela tecnologia de circuitos integrados montados num único *chip*), John Whitney vai realizar o filme *Permutations* (utilizando programa escrito por Jack Citron), uma animação abstrata de sete minutos e meio que, sinceramente, parece ter saído de sua máquina analógica. Dez anos depois e parece que nada aconteceu – ou melhor, repetiu-se. *Permutations* tem uma única qualidade ausente em *Catalog*: coerência. Afinal, trata-se de um projeto artístico definido conceitualmente. Do ponto de vista plástico, no entanto, ele perde para o filme anterior. *Catalog* apresenta evoluções visuais construídas com pontos, linhas e superfícies, não se limitando apenas a configurações circulares, como visto em *Permutations*, que por sua vez resumiu-se a exploração do ponto como elemento formal. Pode-se alegar que em dispositivo de exibição vetorial era impróprio o preenchimento de superfícies. Mas sequer foi experimentada superfícies transparentes (que vai aparecer no filme *Matrix*, de 1971). Vemos um artista mais a vontade, como se demonstrasse felicidade por se ver livre da carga de trabalho manual exigida com o equipamento analógico. John Whitney parece satisfeito não com a obra, mas com o processo. É a mesma situação que já apontamos anteriormente – o fascínio pela máquina (que parecia ter chegado ao nível ideal). John vai deixar isto ainda mais evidente ao comentar a postura de seu irmão James em relação ao trabalho de criação visual: “ele não era tão apegado à máquina quanto eu” (Russett; Starr, 1988:186).

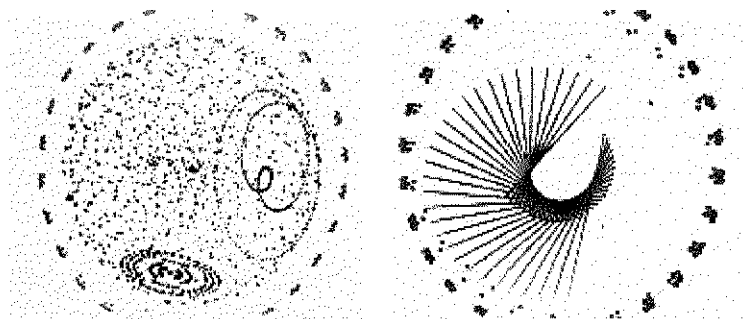


Fig. 137 JOHN WHITNEY.  
Frames de *Permutations* (1967).

Ao descrever o filme John se delicia ao relatar os procedimentos operacionais. É extenso ao fazer referências a “mudanças de parâmetros”, “taxas”, “equações”, e relativamente pouco se detém nos quesitos de ordem artística. Nestes, o enfoque é sempre a idéia fixa de

“fenômenos periódicos”: consonância, dissonância, harmonia, ritmo, etc., em que ele busca o tempo todo uma relação entre forma visual e música, mais especificamente ao paralelismo matemático aí existente e que contém toda a razão de ser do seu trabalho. Disse ele: “Isto não é filme de arte como qualquer outro tipo de filme de arte normal e bem concebido hoje em dia. Digo que o que estou fazendo é mais aparentado à música do que ao cinema de arte” (Whitney, 1972:1384). Whitney definitivamente estava invertendo valores e confundindo os meios expressivos, além de professar ingenuidade conceitual. Se deixou enredar pelo determinismo matemático que tanto amava mas que pouca arte promoveu. Poderia ter ido muito além se não fosse pego pela “malha numérica” que ludibriou tanta gente. O destino foi irônico com Whitney quando ele achava que a ironia se aplicava aos artistas que rejeitavam o trabalho no computador sujeitando-se as regras da máquina. Novamente transcrevemos suas palavras:

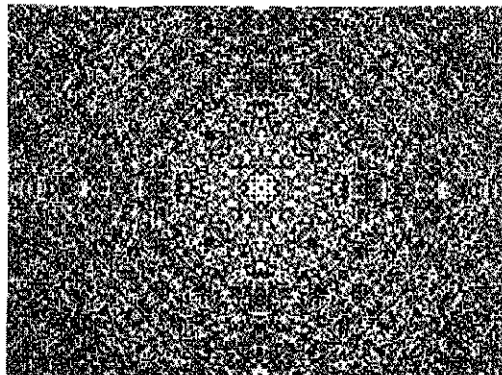
É irônico, para dizer o mínimo, que muitas experiências de artistas até aqui com computação gráfica têm procurado maneiras de evitar a imposição do fato de que todas as concepções gráficas devem ser traduzidas em funções numéricas. Após eu mesmo resistir a esta realidade um tanto tediosa por algum tempo, acabei saudando as bases matemáticas da computação gráfica por causa das vantagens estruturais que descobri por este meio. Aceitei os problemas numéricos como procedimentos naturais do meu instrumento computadorizado (Whitney, 1972:1384).

Enquanto isso a computação seguia revendo seus postulados para trilhar o único caminho que a faria realmente transformar-se numa das mais formidáveis realizações tecnológicas já vista, para a qual o trabalho de artistas e cientistas – que procuravam justamente maneiras de contornar a dificuldade de comunicação entre homem e máquina através de mecanismos baseados em imagem com objetivos artísticos – implicaria na popularização definitiva do computador. A história (a realidade) deu as costas para John Whitney.

É esta a intenção das pesquisas de Kenneth Knowlton com a primeira linguagem específica para animação (embora ainda não interativa), abrindo caminho para a facilidade de introdução de informações visuais. Entre 1964 e 1970, Knowlton vai realizar, apenas em sua colaboração com o artista Stanley VanDerBeek, nove animações computadorizadas (Vrchota, 1988:198). Desses trabalhos, oito fazem parte da série intitulada *Poem-Fields*. Esses filmes exploram variações de formas geométricas abstratas e palavras, geradas através da linguagem BEFLIX rodando em computador IBM 7094 e fotografada com a câmara de microfilmagem SC-4020. Eram coloridos posteriormente por trucagem óptica convencional.

As configurações plásticas e o movimento das imagens desses filmes diferem completamente daqueles observados nas animações dos irmãos Whitney, em decorrência da tecnologia de exibição por varredura com a qual trabalhava Knowlton. Em função da baixa resolução espacial e de cor do dispositivo, os pixels ficaram bastante evidentes, marcando sobremaneira as imagens produzidas. A matriz retangular de pixels e o formato quadrado destas células definiram o tipo de abordagem formal empreendida, com geometrias rigorosas suavizadas por efeitos de cintilação dos pixels quando de certas transformações entre formas. Como nos filmes dos irmãos Whitney, aqui também as imagens e o movimento acontecem no centro da tela e em consideração ao centro – uma estratégia mais segura que garante equilíbrio e atenção em situações em que as condições de trabalho não oferecem muita liberdade.

**Fig. 138** STAN VANDERBEEK  
e KEN KNOWLTON. *Poem-  
Fields* (1967-69).



Esta série de filmes, enquanto animação, é bastante limitada. Não apresenta a fluidez de movimentos presente nos filmes dos irmãos Whitney. As mudanças de padrões geométricos e palavras quase não apresentam variação de velocidade, sendo a mecânica um elemento secundário da obra. Visto o caráter marcadamente experimental deste tipo de abordagem da animação computadorizada nos anos 60, não se poderia exigir o mesmo nível de qualidade do trabalho dos irmãos Whitney. Um detalhe que certamente contribuiu para isto é de natureza humana, já que VanDerBeek não apresenta uma base de conhecimento artístico e de animação perceptível. Sua atuação é de um “franco-atirador” em termos técnicos e estéticos, tendo adquirido relativa notoriedade por sua disposição em experimentar uma gama de recursos modernos numa época de enorme tolerância à manifestações expressivas de toda ordem.

A animação computadorizada deixa os anos 60 sem nenhum significado para a arte, embora tecnologicamente tenha mapeado as principais linhas de investigação que os anos 70 tratariam de evidenciar (além de vir com decisivas contribuições originais) e concretamente estabelecer a maior parte dos conceitos atualmente em voga na computação gráfica.

## CAPÍTULO III

### 3. DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO POR COMPUTADOR (2ª Parte)

A computação gráfica vai ganhar tal dimensão e complexidade na década de 1970 que nos obrigará, sob pena de comprometer o didatismo do nosso enfoque, a uma certa transgressão temporal na introdução deste período. Ocorre que vamos ter não apenas uma grande soma de ocorrências significativas no âmbito específico da tecnologia de imagem digital, mas se acumulam também fatos da maior importância no desenvolvimento da informática de maneira geral com fortes conseqüências nas aplicações visuais.

Vai se repetir o fenômeno já citado no item 2.3. da emergência de tecnologias e/ou posturas administrativas que implicam em transformações profundas na evolução da informática, com impacto notável na esfera da computação gráfica, de maneira a rivalizar em importância com conquistas de dentro da área gráfica – ainda que no centro de algumas destas inovações externas a imagem seja o referencial.

Esse cuidado quanto ao didatismo no encaminhamento dos acontecimentos da computação gráfica na década de 70 deve ser igualmente seguido ao tratarmos das produções visuais do período, pois aqui já se vai notar uma diversidade de aplicações com algumas tendências que determinam áreas distintas quanto ao uso de recursos visuais com objetivos artísticos. Isto facilitará o entendimento da discussão que envolve o desenvolvimento tecnológico e sua relação com estéticas emergentes (ao menos a tentativa). Antes disso evidenciaremos os principais avanços técnicos – descritos conceitualmente – que estabeleceram as bases para uma utilização prática dos recursos digitais, afastando de vez qualquer dúvida existente quanto ao valor das novas ferramentas à disposição de criadores visuais – ao mesmo tempo que trazia a noção clara de que um novo momento se iniciava para a arte, com surpresas para a enferrujada corrente moderna.

E tão significativas foram as inovações tecnológicas e empresariais ocorridas neste período que se pode mesmo falar no desenvolvimento da informática em antes e depois dos anos 70, embora suas conseqüências se façam efetivamente sentir a partir da década de 1980. O Brasil, devido a política governamental de reserva de mercado então existente para a informática, só vai experimentar de forma mais intensa as mudanças trazidas pela popularização da computação nos anos 90.

#### 3.1. Década de 1970 – A Busca da Ilusão do Real

A palavra chave para entender a direção dos acontecimentos é *interação*. O oferecimento desta possibilidade por sistemas computadorizados está na origem do sucesso da informática. No entanto, para o acontecimento do sucesso, havia o imperativo de experimentar interatividade da forma mais intuitiva possível. A imagem vai surgir naturalmente como a escolha óbvia. Porém, apesar de tentativas valorosas, já sabemos das dificuldades que era lidar com gráficos, mesmo se valendo de máquinas enormes e caras. O gargalo se encontrava na limitada capacidade de memória e processamento.

É aqui que constatamos toda a importância e impacto tecnológico do advento do *microprocessador*, na linhagem que começa com a válvula e dá o grande salto com o

transistor. Na impressionante evolução em direção à miniaturização dos circuitos transistorizados tem se apoiado o desenvolvimento da informática. Um nome em particular (muito em evidência atualmente) está intrinsecamente associado a esta evolução. Trata-se da empresa norte-americana Intel, que atua na pesquisa e fabricação de *chips*. A própria origem da Intel (Integrated Electronics) está ligada aos inventores do transistor – ela surge em 1969, formada por ex-funcionários da Fairchild Semiconductor, que por sua vez foi resultado de egressos da Shockley Semiconductor, esta fundada em 1955 por William Shockley, um dos três pesquisadores do Bell Laboratories que apresentaram o transistor em 1947 (Meirelles, 1994:62). Entre o ano de sua fundação e 1975, a Intel lança três *chips* que marcam a chegada da era dos microprocessadores: os modelos 4004 (que com 2.250 transistores equivalia em potência de processamento ao primeiro computador eletrônico ENIAC, e foi o responsável pela popularização das calculadoras eletrônicas do início da década de 70), o 8008, e o 8080 de 1974. Este último *chip* (com 8 bits e o triplo de transistores encontrado no 4004) vai ser utilizado no projeto do *Altair 8800*, de 1975. Este nome pouco conhecido na verdade já configura um dos maiores desdobramentos da tecnologia do microprocessador, a miniaturização do computador como um todo, redundando no advento do *microcomputador*.

O microcomputador vai reverter de forma radical o emprego da computação, redirecionando o enfoque da indústria. Nos anos 70 o modelo de computação vigente era baseado no compartilhamento de máquinas centrais através de terminais, um sistema controlado por técnicos, de atitude dependente por parte do usuário. Com o microcomputador os indivíduos abandonam a condição de meros consultores para interagir com a máquina, conduzindo as tarefas.

Esta autonomia não era conveniente aos interesses centralizadores dos grandes trustes da informática, que por isso mesmo não estimularam tal tendência. Isto é especialmente verdadeiro em se tratando de empresas como IBM e DEC, mas o caso de uma outra grande companhia como a Xerox – responsável pelas mais revolucionárias idéias envolvendo emprego da computação nos anos 70 – tem sido avaliado como de ordem estrutural, de impedimento burocrático e compromisso mercadológico diferenciado (Hiltzik, 1999:389-398).

A alta escala de integração dos microprocessadores e a rapidez dos progressos aí verificados vai corresponder a aumentos constantes e significativos na velocidade de processamento ao mesmo tempo que derruba os preços dos *chips* (este fenômeno vai ser formalizado numa máxima, conhecida como “Lei de Moore”<sup>2</sup>, por enquanto ainda válida). Graças a esta rápida evolução na performance dos microprocessadores, memórias de maior capacidade a preços suportáveis puderam ser produzidas, e alguns dos primeiros pesquisadores atraídos por esta possibilidade estavam trabalhando em memórias de imagem para computação gráfica (Rivlin, 1986:44). É aqui que surge o *frame buffer* (memória de imagem, memória de vídeo, de tela), uma peça de *hardware* crucial para o avanço da computação gráfica, a partir de onde vai se viabilizar o conceito revolucionário do *computador pessoal* (a metáfora do *desktop*).

O *frame buffer* é uma memória especializada com função de armazenamento temporário dos dados visuais, organizados na forma de uma matriz de pixels. Com o *frame buffer* havia possibilidade de armazenamento e manipulação de imagens em alta velocidade, trabalhando com vasta gama de cores, opções de iluminação e texturas. A ilustração e pintura digital podia

---

<sup>2</sup> Gordon Moore (co-fundador da Intel) disse em 1965 que a quantidade de transistores num *chip* dobraria a cada 18 meses, e nesse tempo se compraria um computador duas vezes mais rápido pelo mesmo preço pago 18 meses antes.

agora acontecer; já os gráficos aramados 3D teriam a chance de serem recobertos por superfícies sólidas realistas. Sem este dispositivo os terminais de vídeo do tipo varredura não teriam se disseminado, por consequência impedindo a popularização da informática.

Ao viabilizar o computador pessoal, o emprego do *frame buffer* permitiu o resgate de uma tecnologia que na época de seu aparecimento foi tratada com desdém: o *mouse*, aquela pecinha com a qual guiamos a cursor (normalmente em forma de seta) sobre a tela dos micros atuais para ativar uma infinidade de comandos baseados em simples clicks. Observação: o mouse surgiu como instrumento associado a concepção inovadora de *multimídia interativa* proposta por seu inventor Douglas C. Engelbart, algo realmente visionário no começo dos anos 60. No mesmo embalo, a mesa digitalizadora (*tablet*) vai sofrer melhoramentos e é incorporada como interface padrão em sistemas gráficos experimentais. A interatividade de seu uso através da caneta eletrônica constitui um marco para o trabalho de artistas com computadores.

De sua parte, a extraordinária idéia do computador pessoal chega a ultrapassar em importância a própria tecnologia de hardware que lhe permitiu a existência. Seu conceito violava a sabedoria em evidência na ciência da computação, reduzindo o computador à escala humana e, simplesmente, redefinindo seu destino (Hiltzik, 1999:XXI).

As idéias em torno de mídias dinâmicas já fervilhavam pela década de 60, quando a navegação por *interfaces gráficas* (primitivas telas baseadas em caracteres alfa-numéricos) através do uso de dispositivos intuitivos como o mouse, despertava grande interesse de pesquisadores devido ao notório potencial de incremento da produtividade. Engelbart, que então já desenvolvia seu trabalho pioneiro com sistemas de hipertexto, ia além ao afirmar sua convicção na ampliação do intelecto humano pelo uso criativo do computador (Hiltzik, 1999:63).

Esta capacidade passava necessariamente pelo emprego da imagem. Isto parecia ainda mais evidente nos estudos publicados ao longo dos anos 70, como se percebe no artigo intitulado *The Art of Natural Graphic Man-Machine Conversation* (Foley; Wallace, 1974:462), no qual se estabelece como uma das principais metas de sistemas interativos a simbiose entre o homem e a máquina – cuja medida da eficiência de tal empreendimento seria a não consciência do usuário pelo uso do computador e o meio de comunicação empregado. Se ainda não atingimos este estágio, ao menos experimentamos na atualidade uma forma de “diálogo” com o computador consideravelmente superior ao processo de digitação de comandos baseado em códigos de linguagem.

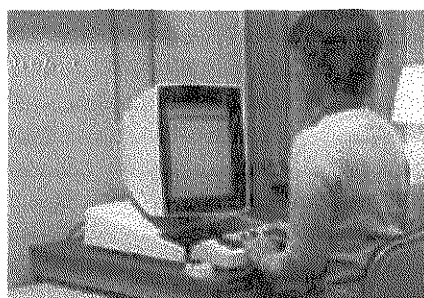
Foram os pesquisadores do laboratório PARC (Palo Alto Research Center) da Xerox que tornaram prático o uso da interface gráfica hoje padronizada. Mas por trás desta abordagem visual agora tão comum tivemos a emergência de idéias notáveis, entre as quais se destaca a invenção da linguagem de programação *Smalltalk*, concebida por Alan Kay.

Usualmente as linguagens de programação faziam distinção entre dados e procedimentos. Este arranjo, apesar de bastante lógico, tendia a um acúmulo de comandos muitas vezes difícil de gerenciar até para realizar tarefas simples. Dependendo das variáveis envolvidas no processo o programador podia topar com esquisitices, como somar palavras (neste caso, para o computador “entender”, as palavras tinham de ser definidas como números).

Alan Kay percebeu que podia, ao mesmo tempo, simplificar e potencializar o trabalho de programação, bastando, para tanto, tratar dados e procedimentos de forma integrada. Daí nasce o conceito de *objeto* (módulos discretos de códigos de programação) associado a uma nova sintaxe que atendia pela designação de *programação orientada a objeto*. Nesse sistema os detalhes complexos da operação eram filtrados para o programador pela lógica embutida no *objeto*. Por este princípio, ao somar palavras não havia mais necessidade de traduzi-las para a

máquina em termos numéricos, já que agora tudo se resumia a objetos. Para compreender o poder desta abordagem, o uso de *ícones* (que surge com o Smalltalk) oferece o melhor exemplo; ao selecioná-lo, o usuário pode fazer com que o computador execute a tarefa desejada – como pressionar o ícone da impressora para imprimir um documento ou o ícone da lixeira para esvaziar seu conteúdo. O ícone é um *objeto* que combina dados e procedimentos, necessitando apenas de ordens (clicks do mouse) para manipular estas informações. Podendo um objeto ser qualquer coisa (um número, uma palavra, uma imagem), esta linguagem oferecia uma flexibilidade extraordinária à tarefa de programação, ao ponto de inverter uma noção arraigada na computação, que enxergava no *hardware* seu paradigma. Depois do Smalltalk a função do computador seria ditada pelo *software*.

O Smalltalk fazia parte de um ambicioso projeto da Xerox de lançar o escritório interativo do futuro. Com esse objetivo foi criado o PARC, que reuniu alguns dos mais conceituados cientistas da ciência da computação para concretizar esse plano através da construção de um equipamento pequeno, interativo e adaptável a um único indivíduo. Usando o termo cunhado por Alan Kay, construir um *computador pessoal* ( Hiltzik, 1999:XXI ).



**Fig. 139** ALTO, primeiro computador pessoal interativo baseado em interface gráfica construído como protótipo pela Xerox em 1973.

Como brevemente assinalamos nesta introdução à década de 70, esta idéia revolucionária havia sido precedida por inovações que lhe deram sustentação. Citamos o microprocessador, a memória de imagem (*frame buffer*) e o mouse . Mas nos interessa também (e principalmente) sua filiação intelectual, já que este desenvolvimento se encontra na linhagem evolutiva que dá embasamento a tese defendida aqui. Isto é fácil de conseguir, pois basta acompanhar a formação e as opiniões do mentor de tal conquista, o cientista Alan Kay.

Kay formou-se em matemática e biologia, e fez a pós-graduação (MS e Phd) em computação no centro mais avançado em imagem digital da época, a Universidade de Utah, que oferecia o único programa que atendia suas expectativas (Hiltzik, 1999:90). Ali ele descobriu seu próprio mentor ao deparar com a tese de Ivan Sutherland a respeito do Sketchpad que, como já sabemos, se tornou um ponto de inflexão para a computação gráfica. O impacto do Sketchpad sobre Kay pode ser medido pelas suas palavras, citadas por Hiltzik (1999:91): “... era como vislumbrar o paraíso. Tinha todas aquelas coisas que o computador parecia prometer. Você poderia imaginar aquilo como uma luz que tivesse sido escolhida para nos guiar o caminho”. Realmente, verificamos semelhanças nas idéias preconizadas por Kay e aquelas presentes na concepção do Sketchpad, como a opção por interface gráfica e o conceito de objeto modelável de Sutherland (ver p. 133).

Certamente devido suas atividades musicais e visão humanista, Kay vai sofrer influência de um novo campo da ciência, a área multidisciplinar da “inteligência artificial” proposta pelo psicologista Marvin Minsky. De sua parte Minsky fôra discípulo de Jean Piaget, pioneiro da psicologia infantil, e alardeava sua preocupação com os métodos de ensino que destruíam a aptidão da criança pelo aprendizado, destacando como uma solução o trabalho voltado para



educação infantil desenvolvido pelo seu colega do MIT Seymour Papert baseado no uso de um método de programação de computador. Esta linguagem, conhecida como LOGO, se valia de artifícios que aliava o aprendizado ao prazer da brincadeira, num processo intuitivo no qual a criança ficava absorta em seus pensamentos sem se dar conta de que estava aprendendo noções de geometria, relações espaciais e mesmo de princípios de programação.

Se perceba que adentramos à esfera criativa humana, que invariavelmente toca no aspecto lúdico, mas podemos fazer isto com mais eficiência se dispusermos de um método adequado que nos ofereça recursos e um ambiente estimulante, correto. Esta condição praticamente nos guia sozinho, do mesmo modo como uma criança aprende a andar e a falar. Transferindo este raciocínio para a arte ele se ajusta perfeitamente. A computação teria que reproduzir esta condição para a emergência de uma arte digital autêntica. Ao eliminar excessos de programação lançando mão de ágeis metáforas visuais, o Smalltalk seguia na direção de atender estas exigências.

A tese de doutorado de Alan Kay apresentada em 1969 (tendo Ivan Sutherland como um dos membros da banca examinadora) já propunha a criação de um ambiente deste tipo na computação, ao que ele chamava de “metamídia” pela possibilidade de simular os demais meios existentes. E acrescentava: “Além do mais, esta nova ‘metamídia’ é *ativa* – é capaz de responder a questionamentos e experiências – de modo que a mensagem pode envolver o aprendiz numa relação de mão-dupla” (Kay; Goldberg, 1977:31). Alan Kay imaginava quão vasta e arrebatadora eram as implicações daí decorrentes, ao ponto de vir a proporcionar uma nova forma de conhecimento completamente desconhecida e poderosa.

Se o leitor ficou fascinado com estas possibilidades, é bom saber que Alan Kay foi ridicularizado por idéias tão ousadas. Depois foi tratado como gênio criativo. Mas até hoje existem programadores que só acham que estão a trabalhar seriamente se estiverem enredados numa complexa malha de códigos de linguagem, prazerosos na extenuante (e pouco produtiva) tarefa de digitação – de preferência ininteligível para os demais, como se estivessem a dizer “olhem quão genial eu sou por fazer algo que ninguém compreende!” Estes são os menos criativos.

A Xerox não vai saber tirar partido de suas invenções. Entretanto, um jovem empresário de nome Steve Jobs, ao tomar conhecimento de tais novidades pelo final da década de 70, arquiteta a estratégia industrial (contratando projetistas da Xerox) e comercial (inventiva campanha de marketing) que vai estender estas tecnologias ao grande público nos anos 80 através de uma máquina que virou sinônimo de microcomputador pessoal: o modelo Macintosh, da sua empresa Apple.

O escritório interativo da Xerox visava substituir a mesa de trabalho, disponibilizando virtualmente todas as ferramentas e simulando atividades normalmente executadas neste espaço. Qual o seu objetivo? Ganhar tempo, proporcionar melhor qualidade na apresentação dos trabalhos, e acima de tudo, liberar o indivíduo para se ocupar com tarefas criativas (ainda ajudando-o nestas experiências). Com isto aumentava a produtividade e ampliava as possibilidades do surgimento de novas concepções envolvendo produtos e/ou processos que resultassem no aumento dos negócios. Ou seja, a informática, que já desempenhava formidável serviço em repartições e laboratórios automatizando tarefas repetitivas mais rudimentares, almejava a simulação de um completo ambiente de trabalho (inclusive o serviço de comunicação para qualquer distância) cuja flexibilidade estaria no limite da capacidade de raciocínio do homem. É uma situação tão estimulante que ao ser completada não há dúvida

que elevará o potencial humano de apreensão e geração de conhecimento à níveis inimagináveis.

Se naquele período a arte não tivera benefícios paupáveis como aqueles obtidos por atividades produtivas para as quais o mero uso dos recursos de cálculo significava um incremento considerável do empreendimento, isto apenas comprovava a especificidade deste universo para o qual havia de ser desprendido um esforço de investigação científica e investimento tecnológico à altura de sua importância social. O almejado escritório interativo da Xerox podia ser visto apenas como um vislumbre da mínima condição para nos lançarmos ao desafio de esboçar a cultura visual da era do conhecimento. Mas o caminho era este. Quando Daniel Ingalls (do grupo de pesquisa liderado por Alan Kay) formulou o conceito de *BitBlit* (transferência de blocos de bits), que permitia a mudança rápida e direta de pedaços de imagem do tipo bitmap de um local para outro da tela, percebia-se o potencial que tais investigações representavam também para a área expressiva. Afinal, aliado a outras inovações produzidas pelo grupo, como o conceito de *janelas* (windows) e os recursos de recortar e colar partes da tela – podendo trabalhar com camadas de imagem – simulava com vantagens (ao menos em termos operacionais) a técnica do acetato que trouxera avanços de toda ordem para a animação em seus primórdios. Mas além do necessário aperfeiçoamento destas tecnologias digitais visando efetivamente uma serventia como ferramentas de produção artística, a entrada da informação visual direta deveria proporcionar a mesma naturalidade experimentada com materiais tradicionais. A indústria vai procurar responder tais exigências.

Uma discussão específica em termos de possibilidades de formulações plásticas com os recursos digitais então disponíveis deve ser evitada neste momento. Devemos retornar ao início da década para apreciarmos a emergência das tecnologias oriundas de dentro da computação gráfica, quando então estaremos instrumentalizados para a abordagem de seu emprego com intenções artísticas.

Devido a complexidade já aludida deste período – com uma multiplicidade de linhas de pesquisa e aplicações de gráficos digitais – achamos que para garantir o didatismo do texto devemos, nesta etapa, discriminar as áreas de estudo, apesar da enorme interdependência de conhecimentos e objetivos em campos fundamentais na síntese de imagem digital. Com isto, ao falarmos de modelagem 3D, nos restringiremos as técnicas de construção geométrica, evitando, por exemplo, tocar no quesito da iluminação, que no entanto reflete os métodos de exibição de linhas. Também avançaremos por toda a década em cada item, retornando ao seu início a cada tópico.

### **3.1.1. Modelagem**

Mesmo verificando, no apagar das luzes da década de 60, a conquista de gráficos tridimensionais (3D) com faces coloridas e a emergência de superfícies curvas para descrição de formas complexas (que efetivamente vão implicar, junto com técnicas de iluminação e textura, na apresentação de imagens realistas), a façanha de promover o realismo explícito, tanto pelo aperfeiçoamento das técnicas existentes quanto pelo oferecimento de novos e surpreendentes métodos, deve ser creditada à década de 1970. E quando um dos mais destacados cientistas do período, o norte-americano James Clark (que no futuro vai se tornar ainda mais importante com o estabelecimento da empresa Silicon Graphics), dizia que a busca do realismo por meio do aprimoramento de algoritmos seria a motivação das pesquisas em computação gráfica (Clark, 1976:548), então fica evidente a distinção entre os objetivos da

ciência/tecnologia e aqueles que a arte almejava. Há muito tempo a arte já dispunha de recursos técnicos que lhe permitia a abordagem do real (desenvolvidos em sintonia com um ideal expressivo), e há mais tempo ainda a arte já desfrutava de sua condição intermediadora entre o homem e o mundo – a “magia” que lhe dá sentido.

Sendo o primeiro passo para a simulação da imagem computadorizada, a etapa de modelagem trazia uma série de desafios. Possivelmente o maior deles estava em permitir a manipulação de dados geométricos de forma interativa, num procedimento fácil (intuitivo) para o usuário (um artista) com resposta instantânea (dita em tempo real). Segundo Charles Csuri (1975:96) esta condição – uma fantasia de artistas em trabalhar com computadores da mesma forma que escultores com argila – era uma das idéias que faziam projetistas e programadores de *softwares* darem sonoras gargalhadas.

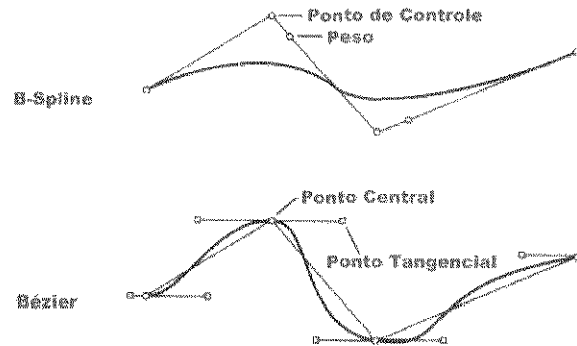
Mas pesquisadores que realmente tinham compromisso com qualidade e produtividade estavam empenhados em concretizar este sonho. Mesmo no estágio tecnológico da época, imaginar o contrário era ir contra as evidências da própria natureza, patente inclusive nos mais significativos estudos. Newman ( 1968:63 ), ainda nos anos 60, apresentava como principal desvantagem da entrada numérica via teclado a impossibilidade de conseguir variações contínuas de parâmetros, comparando com meios gráficos como um cursor acionado por *trackball* (dispositivo de indicação semelhante ao mouse). Este problema também tinha relação com perda de tempo e distração, já que o usuário tinha a atenção desviada da tela a todo momento. Em 1976, James Clark (p. 454,460) ia mais longe, chegando a considerar impróprio o fato de o artista manipular gráficos tridimensionais através de uma interface bidimensional, o que leva o indivíduo a lidar com informações que comprometem o processo, como coordenadas de pontos de superfície ou orientação dos eixos do sistema. É o artista ainda tendo de submeter-se aos imperativos da máquina. O escultor digital é obrigado a entender conceitos que seriam completamente dispensados caso ele pudesse trabalhar imerso num ambiente virtual tridimensional.

Deficiências técnicas envolvendo *hardware* e *software* naturalmente impedia que fosse permitida tal facilidade. Apesar do reconhecimento daqueles pesquisadores interessados em obter métodos análogos ao escultor trabalhando com argila, esta condição impunha requerimentos de *software* extremamente complexos.

Vimos no item 2.3., página 143, que devido a descrição matemática de linhas retas não constituir maiores problemas de implementação no computador, a geometria baseada em polígonos se converteu na opção padrão para a configuração de superfícies de modelos 3D. Uma vantagem deste tipo de geometria é a quantidade de tipos de superfícies que podem ser definidas, sendo ideal para modelagem de formas que não sofrem deformações, caso de edifícios. Por outro lado, formas orgânicas, curvas, são problemáticas para modelar com polígonos. Uma esfera formada por uma malha de polígonos pode apresentar uma superfície homogênea, mas o número elevado deste tipo de geometria requer muita memória, além de dificultar a manipulação individual de vértices.

A solução estava em trabalhar no computador diretamente com curvas, o que implicava na descoberta de modelos matemáticos mais refinados. Lançando mão de expressões algébricas polinomiais (equações paramétricas), diversos tipos de curvas (chamadas *spline*, como é conhecida a régua flexível usada por desenhistas) puderam ser especificadas. Com poucas *splines* integradas uma superfície curva suave denominada *fragmento* (do inglês *patch*) podia ser obtida. As arestas curvas do fragmento permitiam deformações matematicamente controladas, perfeitamente suaves, adequada para construir modelos orgânicos complexos, como animais.

Nos anos 70 vão aparecer vários algoritmos para obtenção de *splines*, alguns conhecidos pelo nome de quem os desenvolveu, como já acontecera com o *Coons patch* nos anos 60. Podemos citar as *Bezier curve*, *Hermite curve*, *B-spline*, *Cardinal*, etc. O que vai diferenciar o emprego destas curvas é o modo como cada uma é manipulada por seus *pontos de controle*. É importante registrar que uma das propriedades desejadas da representação matemática de *splines* é que o artista seja capaz de facilmente controlar a forma do objeto simplesmente movendo pontos de controle, cujas posições afetam a curva, intuitivamente. Exatamente como se faz com a régua flexível real.



**Fig. 140** Demonstração de características geométricas de splines. *B-spline*: a curva raramente passa por seus pontos de controle. *Bezier*: a curva passa através de todos os pontos de controle, com dois controles tangenciais em cada ponto para ajustar o peso das curvas.

Para a expressão matemática de curvas como dos exemplos acima, se lança mão de equações do terceiro grau. Por isto são chamadas *curvas cúbicas paramétricas*. Ampliando o procedimento para a definição de coordenadas de pontos numa superfície curva usando três equações – uma para cada coordenada  $x$ ,  $y$  e  $z$  – produzimos o fragmento de superfície curva *bicúbico* parametricamente determinado. Cada equação possui duas variáveis ( $u$  e  $v$ , que fornecem os parâmetros para localização dos pontos da superfície em relação as quatro curvas que lhe definem os limites). Uma função resultante descreve as quatro curvas ( $E_0$ ,  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ), sendo cada aresta cúbica em uma variável. Daí o vocábulo bicúbico.

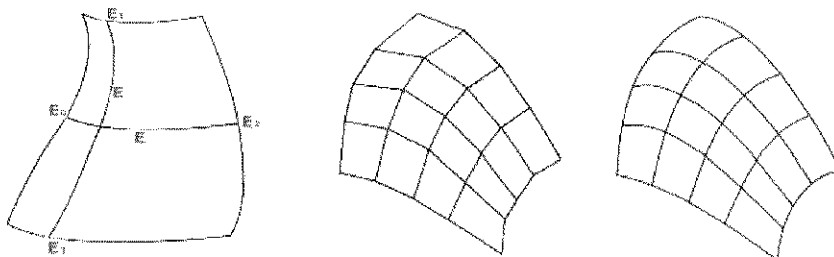
$$E_0 = f(u, 0)$$

$$E_1 = f(0, v)$$

$$E_2 = f(u, 1)$$

$$E_3 = f(1, v)$$

Uma tese de doutorado defendida na Universidade de Utah por Edwin Catmull em 1974 (*A Subdivision Algorithm for Computer Display of Curved Surfaces*) incrementou o uso de fragmentos bicúbicos para modelagem de superfícies curvas. O método proposto, como sugere o título da tese, parte para a subdivisão do fragmento, obtendo uma superfície bastante flexível e suave.



**Fig. 141** Subdivisão de fragmento bicúbico com quatro contornos curvos. Na comparação entre uma superfície obtida por malha de polígonos e outra por fragmento bicúbico, percebe-se que o fragmento produz contornos curvos suaves.

O algoritmo induz a subdivisão do fragmento até que cada subfragmento coincida com um pixel. Este processo recursivo já havia sido utilizado por John Warnock em seu método para ocultação de superfície (ver p. 159). Mas ao contrário da abordagem de Warnock (que subdividia a imagem na tela do monitor), Catmull subdividia a superfície do objeto 3D que seria renderizado (exibido) – ou seja, antes da projeção perspectiva (Catmull, 1974:8). O artifício que permitiu a Catmull esta alternativa foi sua idéia de usar o *frame buffer* (memória de imagem) para armazenar as informações de profundidade dos valores do eixo z do objeto enquanto no *espaço da imagem* (uma área intermediária entre o espaço tridimensional e a exibição em perspectiva na tela, que preserva a memória de profundidade). Comparando os valores de z, aqueles mais próximos do observador seriam conservados, descartando os demais.

O *z-buffer*, como ficou conhecida esta técnica, retinha ainda informações de luminosidade de cada minúsculo fragmento associado ao pixel. Isto trouxe como consequência a maravilhosa possibilidade de mapear as superfícies dos objetos 3D com desenhos e fotografias, podendo simular texturas realistas. James Blinn, outro pesquisador da Universidade de Utah, vai aperfeiçoar as técnicas de mapeamento de texturas (que serão vistas após o tópico sobre iluminação de superfícies).

Se polígonos e fragmentos curvos bastavam para modelar formas bem delimitadas, uma variedade de fenômenos, substâncias e coisas do mundo como fumaça, água, fogo, nuvens, plantas, relevos montanhosos, etc., continuavam esperando por uma solução razoável de simulação em 3D que permitisse a expressão plástica de sua natureza caótica.

Na segunda metade dos anos 70 o matemático polonês Benoit Mandelbrot formalizou o conceito de *fractal* (do latim *fractus*; fraturar, fracionar) com a publicação do livro *The Fractal Geometry of Nature* (1977), o qual relativizava o absolutismo da geometria regular de Euclides. A *dimensão fractal* introduzida por Mandelbrot era o recurso que permitia medir propriedades irregulares. Na verdade esta nova geometria “irracional” fôra experimentada, ainda que modestamente, por matemáticos como Helge von Koch, Gaston Julia e Pierre Fatou há cerca de cem anos (Gleick, 1990:94, 214), mas Mandelbrot teve o benefício do computador – excelente, como sabemos, para trabalho repetitivo: os fractais são o resultado de um *loop* matemático, uma equação que se retroalimenta. Na prática, esta recorrência se valia da característica de *auto-semelhança*, uma simetria através das escalas – o pequeno se parece com o grande, um padrão dentro de outro padrão. A geometria fractal liberava as “formas monstruosas” escondidas na lógica e precisão com que os computadores tratavam a informação. Ao computador era dada a chance de experimentar o “erro”, a “imprecisão”, e ao ganhar flexibilidade a máquina ia se tornando uma ferramenta tão eficaz para o artista quanto o lápis e o pincel.

A geometria fractal é multidimensional. Não a encontramos no espaço euclidiano, mas entre algum ponto entre a primeira e a segunda dimensão, ou entre a segunda e a terceira, de maneira que, em termos matemáticos, é representada por números fracionários: 1,7; 2,5. É exatamente esta propriedade que a afasta das dimensões rigorosas da linha, do plano e do volume, que nos permite a liberdade de modelar o universo imprevisível e infinitamente variável. Para tanto, um fator aleatório está presente no algoritmo gerador do fractal, que, mais uma vez, faz uso da idéia de subdivisão recursiva para obtenção de um modelo.

Ilustramos a criação de formas fractais através de dois exemplos comumente encontrados nas publicações: a obtenção de um floco de neve e a formação de uma montanha (ver figura abaixo). O primeiro foi descrito por Helge von Koch (matemático sueco) em 1904, ficando conhecido por *curva de Koch*. O floco de neve é construído adicionando um triângulo

equilátero (com um terço do tamanho) em cada lado do triângulo original, montando mais triângulos em cada lado de cada novo triângulo até o infinito. Aí temos um paradoxo matemático, pois a extensão lateral tende ao infinito enquanto a área total permanece aproximadamente constante.

O exemplo da montanha foi dado pela Lucasfilm, empresa de cinema do conhecido diretor/produtor norteamericano George Lucas. A partir de um triângulo o algoritmo encontra os pontos centrais de cada lado e os substituem por valores aleatórios. Estes pontos são conectados para formar um novo triângulo. Este novo triângulo repete o padrão daquele que o originou com ligeiras diferenças. Os quatro triângulos resultantes sofrem o mesmo processo de divisão, com pequenas variações em relação a forma imediatamente anterior. Com divisões subsequentes e o acúmulo de variações derivadas do triângulo original, o resultado é uma forma montanhosa de aparência irregular.

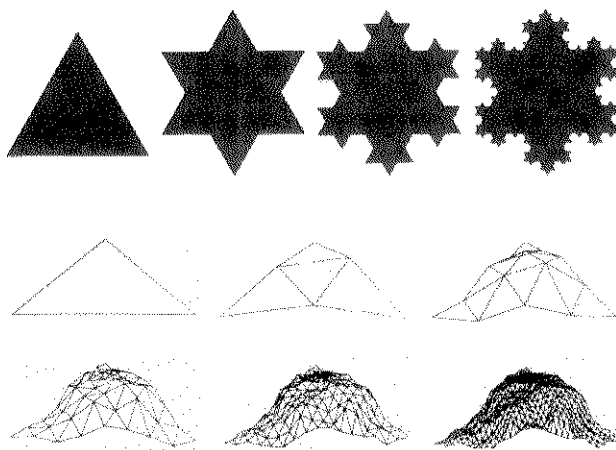


Fig. 142 Curva de Koch e modelagem de montanha por meio de fractais.

Como se percebe, a técnica é poderosa. Sua eficiência vai estimular o surgimento de outras estratégias para lidar com formas complexas, como o *sistema de partículas* e as imagens obtidas por *graffal* (desenvolvidas no começo dos anos 80). Mas a geometria fractal vai além da arte, constituindo um corpo de pensamentos que se integra à nova ciência do caos para nos ajudar a entender o funcionamento da natureza. No princípio o próprio Mandelbrot foi surpreendido pelo uso dos fractais como linguagem artística (Mandelbrot, 1993:196), ficando esta tarefa a cargo de programadores como Richard Voss e Loren Carpenter.

De posse do conhecimento dessas geometrias, a habilidade de gerar imagens no computador a partir de modelos 3D enfrenta a árdua etapa de dar entrada na máquina da descrição dos objetos e proceder as transformações necessárias. Modelar numericamente usando o teclado para digitar coordenadas de vértices é definitivamente anti-produtivo (para dizer o mínimo). Nem o mais renitente programador justificaria uma abordagem visual centrada neste dispositivo, sob qualquer ponto de vista. Seu emprego fica restrito a algumas informações específicas (quase sempre como apoio da abordagem visual interativa).

Se o método de trabalho com entrada de dados baseada em interação gráfica era a alternativa natural, seu desenvolvimento, entretanto, não foi rápido (Greenberg e Col., 1982:13). A necessidade de grande desempenho do hardware (do qual era preciso obter resposta instantânea) constituía sério obstáculo. Também tinha de ir testando algoritmos que simulavam processos de modelagem mecânica e desenho técnico encontrados no mundo real,

já que era mais fácil adaptá-los ao funcionamento rigoroso do computador e atendiam exatamente ao mercado industrial que podia pagar pelo pioneirismo. Era o caso do uso de tornos, fresadeiras, furadeiras, compasso, régua spline, etc., instrumentos convenientes à obtenção de um procedimento similar digital. Uma metodologia que, convenhamos, se encontra no extremo oposto do desenho expressivo – apesar deste lançar mão de formas simples geométricas como base estrutural (embora mesmo estas formas sejam esboçadas livremente, sendo todo o processo de criação visual bastante intuitivo). Estes são os motivos principais que inibiram o aparecimento de uma arte efetiva nesta década, apesar de todo o avanço técnico que estamos a constatar.

Além do teclado, na década de 1970 já vamos encontrar uma vasta gama de dispositivos que permitem a digitalização e/ou manipulação de informação 3D: mesa digitalizadora, joystick, mouse, botões, câmara, capacete de visão estereoscópica, luva de dados e outros equipamentos especiais. Apesar das pesquisas com digitalização de modelos físicos através de fotografia, varredura à laser, caneta óptica, além de outras alternativas então em aperfeiçoamento, nos interessa sobretudo os métodos que permitem ao usuário criar seu modelo 3D a partir de sua própria definição – como faz o pintor. Desde o começo existiu uma tendência rumo a especialização dos programas de modelagem, atendendo especificidades profissionais. Mas os procedimentos básicos são partilhados por quase todos – ainda mais naquela época cujos recursos não eram tão variados.

Os principais métodos para modelagem 3D ainda hoje empregados foram aperfeiçoados ou desenvolvidos na década de 1970. É o caso de representação por primitivas, geometria sólida construtiva, modelagem de forma livre, modelagem por procedimento, técnicas de extrusão, revolução, seção transversa serial, entre outras.

Na modelagem através de *primitivas geométricas*, o programa coloca à disposição do usuário um conjunto de objetos simples convenientemente pré-construídos. São formas geométricas padronizadas de fácil definição matemática compostas por polígonos ou fragmentos curvos, apresentadas em três e duas dimensões. As opções variam entre os programas, mas tipos bem representativos são o cubo, a esfera, o cilindro, o cone, o círculo e o quadrado.

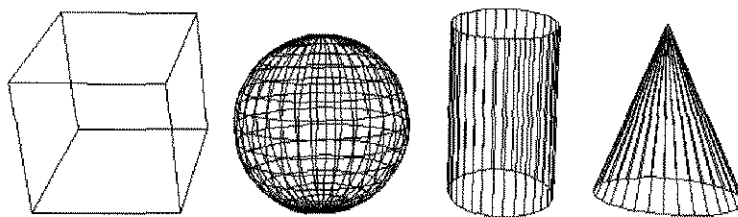
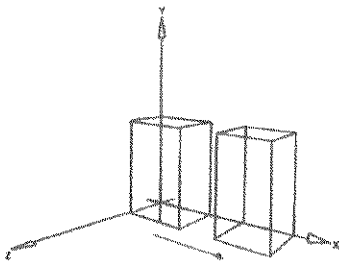


Fig. 143 Exemplos de primitivas geométricas 3D: cubo, esfera, cilindro e cone.

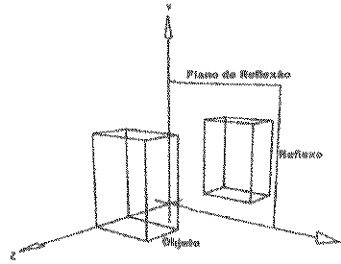
Partindo deste ponto um artista pode compor formas complexas combinando as peças pré-moldadas, acionando-as diretamente por meio do mouse ou da caneta eletrônica. Além de poder movimentar as peças no espaço tridimensional (uma transformação geométrica global que leva o nome de *translação*) ou em relação ao seu próprio eixo (transformação local, *rotação*), os programas oferecem uma variedade de ferramentas que permitem duplicar os objetos, cortar, torcer, esticar, espelhar, de maneira que procura simular as operações exercidas por um escultor no mundo real – com as esperadas vantagens do universo cibernético. Veja na ilustração abaixo exemplos de manipulação de objeto (neste caso usando



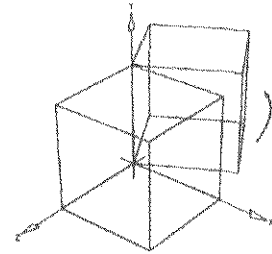
a primitiva *cubo*) no espaço cartesiano 3D, acompanhados da descrição da operação matemática executada automaticamente pelo *software* ao comando direto do usuário.



**Movimento de Translação:** adicionando ou subtraindo valores da lista de coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  o objeto é posicionado em qualquer lugar no espaço cartesiano 3D. No exemplo, o objeto avança em direção a  $x$ , resultado da soma dos valores desse eixo com um número positivo. Nos eixos  $y$  e  $z$  os valores permanecem constantes.



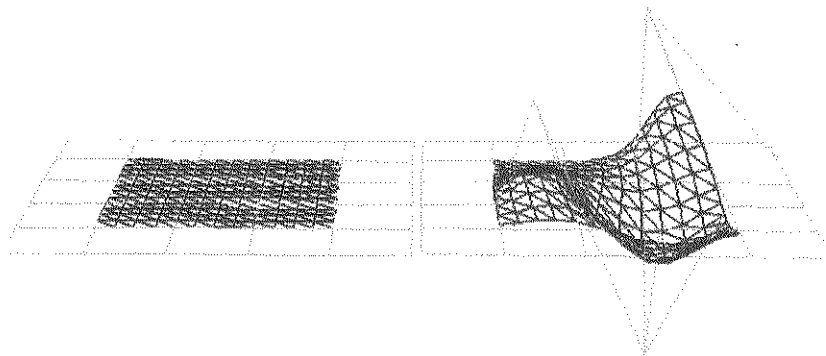
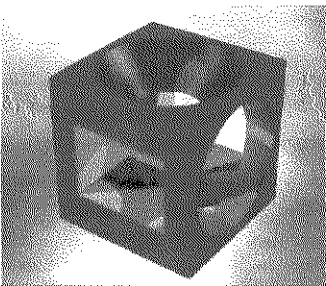
**Efeito de reflexão (espelhamento):** obtido pela inversão dos sinais (positivo ou negativo) nos valores da lista de coordenadas do objeto, considerando a existência de um plano que faz a função de espelho. No exemplo, os valores do eixo  $z$  foram invertidos em relação ao plano formado pelos eixos  $x$  e  $y$ .



**Movimento de Rotação:** a partir da especificação pelo usuário do ângulo e direção da rotação em relação a determinado eixo, o programa realiza uma operação trigonométrica para definir a nova posição. No exemplo, rotação de  $30^\circ$  em relação ao eixo  $y$ .

**Fig. 144** Manipulação de objetos no espaço cartesiano 3D.

A chamada *modelagem sólida* (*constructive solid geometry* ou CSG) tem semelhanças com o método de representação por primitivas, já que também é aplicada a modelos pré-construídos. Neste caso as primitivas interagem entre si através de procedimentos conhecidos como “operações booleanas”, pois se baseiam na lógica matemática desenvolvida por George Boole (ver p.109). A partir da aplicação de simples operadores (E, OU, NÃO), significando união, interseção e diferença, o usuário pode obter novas formas que de outra maneira teria mais dificuldade.



**Fig. 145** Geometria sólida construtiva (CSG) e modelagem de forma livre.

A *modelagem de forma livre* (*free form modeling*) se vale das propriedades elásticas e características de manipulação dos pontos de controle dos fragmentos curvos, que permite alteração localizada da forma. Ideal para esculpir superfícies curvas baseada nas preferências individuais do usuário. Os pontos de controle podem ser trabalhados individualmente ou em conjunto. Este método é demorado e sua viabilidade estava associada a rapidez de resposta do sistema. Normalmente é utilizado para ajustes finos na estrutura do modelo.

Técnicas de *modelagem por derivação* envolve procedimentos simples mas de efeitos formidáveis. Se baseiam na idéia de deslocamento (ou arrasto) de uma ou mais forma básica bidimensional que ao ser estendida numa determinada direção gera um modelo com três

dimensões. As técnicas mais populares são a extrusão, revolução e seção transversa serial. O termo *extrusão* vem do uso industrial de moldes através dos quais é forçada a passagem de certa matéria-prima que assim adquire o formato da matriz. É visto na indústria de modelagem de plásticos e metais. Uma bisnaga de confeitaria para decoração de bolos usa o mesmo princípio. Na computação gráfica uma cópia da forma bidimensional é estendida ao longo do eixo escolhido; o programa conecta as duas faces, obtendo um modelo tridimensional. É muito útil para a rápida modelagem de objetos cujo contorno é fácil de produzir no plano.

Outra técnica de fácil aplicação encontrada no mundo real e transposta para o computador é a chamada *superfície de revolução*. Levando em consideração a simplicidade de aplicação com obtenção de variadas e complexas formas tridimensionais, é uma das mais versáteis e poderosas ferramentas para modelagem digital. Seu equivalente no mundo real é a roda de oleiro e o torno mecânico, instrumentos que – sem nenhum exagero – contribuíram decisivamente para moldar (literalmente) a cultura humana, fornecendo uma infinidade de utensílios e ornamentos ao longo da história com tal praticidade/regularidade que teríamos aí a essência da produção em série. É o exemplo clássico do algoritmo ideal: fácil implementação matemática, muito eficiente e intuitivo. A partir de uma forma bidimensional, que pode ser aberta ou fechada, o programa efetua um giro completo em torno de seu próprio eixo vertical – daí o nome, *lathe* em inglês, utilizado por vários fabricantes de *software*, ao invés de *sweep* (muito genérico) ou mesmo *revolution*. Antes de autorizar o programa a proceder ao arrasto circular, o usuário pode definir a proximidade do eixo de rotação em relação ao contorno de partida e o número de subdivisões da forma resultante. Com isto se obtém formas sólidas ou vazadas e curvas ou facetadas. Outras variações são possíveis, como escolha do ângulo de rotação e quantidade de pontos ao desenhar o contorno de partida – este último sendo importante quanto a decisão por usar polígono ou fragmento curvo na geração do modelo 3D.

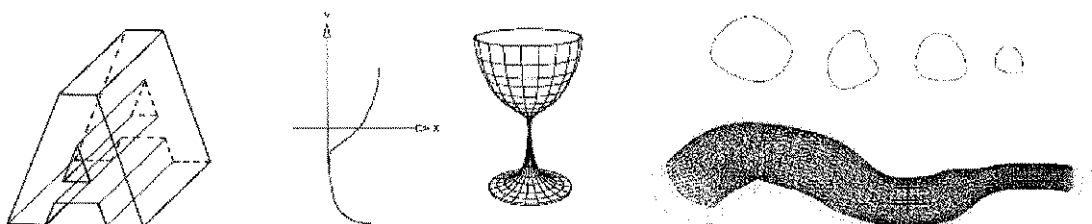


Fig. 146 Extrusão, revolução e seção transversa.

A *seção transversa serial* (*serial cross section*) é uma variante do conceito de extrusão, neste caso podendo intercalar fatias (seções) de tamanho e forma diversa entre as faces anterior e posterior do objeto. Esta abordagem desvencilha o usuário do visual simétrico, permitindo a modelagem de formas naturais. As fatias são dispostas seguindo um caminho em linha reta ou curvo na direção desejada. Dispondo as fatias como camadas superpostas pode-se obter a elevação irregular de superfícies, muito útil em topografia. Daí a origem do vocábulo em inglês *lofting*, também usado para referência a este procedimento. Uma fruta como a banana, partes anatômicas como a perna ou mesmo corpos de animais por inteiro podem ser modelados ajustando uma série de formas elípticas, que seriam recobertas por uma “pele” que formaria a superfície do objeto. Daí outro nome em inglês, *skinning*, pelo qual é conhecida esta técnica. Usando fragmentos curvos para conexão das seções, um artista pode fazer ajustes pontuais no modelo (através de pontos de controle) para introdução de características plásticas individualizadas. Neste caso ele já estaria fazendo uso de um método descrito anteriormente

(*free form modeling*). Digo isto para esclarecer que o artista pode lançar mão de todos os recursos oferecidos pelo sistema e trabalhá-los de forma integrada, desde que a geometria escolhida permita isso. É o que normalmente acontece, afinal o universo visual não se pauta pela simplicidade formal.

Em 1975, novamente na Universidade de Utah, Martin Newell (1975:27-35) sistematiza o emprego de um revolucionário método de síntese de imagem digital: a *modelagem por procedimento*. Este método se baseia na noção de que a informação pode ser gerada por um processo dinâmico e não linear sempre que se queira, em oposição a mera recuperação passiva de dados. No caso de uma imagem, um algoritmo (definidor de uma ação, um procedimento) especifica em termos gerais como um certo objeto deva ser produzido, deixando que certos valores (parâmetros) permaneçam abertos para serem introduzidos posteriormente na medida que se queira produzir versões individualizadas do objeto. Em outras palavras, a geometria do objeto não é definida explicitamente, mas representada como um *procedimento* com o qual interage – posteriormente, sempre que seja requerido – os argumentos ou variáveis paramétricas adotadas pelo usuário.

Esta flexibilidade da modelagem por procedimento mostra todo seu poder quando se trabalha com características de modelagem que se modificam com frequência. Por exemplo, o modelo de uma esfera é gerado pelo fornecimento de sua posição e raio como parâmetros; seus limites são desenhados automaticamente pela fórmula embutida no procedimento. A esfera não é um objeto pré-definido, mas é criada sempre que necessário, na resolução que for preciso. Numa cena composta por muitas esferas e havendo necessidade de proceder mudanças no modelo, ao invés de alterar as características individualmente, bastaria mexer no *procedimento* para fazer as atualizações requeridas.

Resumindo, a descrição de um modelo por procedimento não trata de o esculpir geometricamente, mas antes definir seu comportamento. Alterando simplesmente as regras deste comportamento se ativa uma cadeia complexa de transformações generalizadas, praticamente impossível de criar por outras técnicas de modelagem digital. Dá para perceber todo o potencial de seu emprego na produção de fenômenos e coisas encontradas na natureza, cujas formas mudam constantemente através do tempo – e aí, claro, tocamos no quesito da animação. Modelagem e animação complexa de personagens envolve muitos detalhes e grande capacidade de processamento computacional. Ora, a técnica de procedimento explora o computador justamente no que ele é eficiente – processamento numérico – aliviando o usuário de especificações mínimas, liberando-o para ocupações criativas. O artista tem seu foco direcionado para o resultado final (a expressão artística), apenas especificando forma e comportamento dos modelos em cena, controlando o computador para que execute suas ordens.

Como era de esperar, a técnica de procedimento vai ser matéria de grande interesse para artistas e pesquisadores, que passavam a explorar todas as possibilidades do processo de *iteração* inerente a esta abordagem (a execução repetida de uma ou mais instruções guiada por uma expressão matemática simples auto-recorrente).

Sendo o mesmo princípio encontrado em formulações dinâmicas como a geometria fractal (que em si é um método de descrição de imagem por procedimento), a geração de gráficos e animação por procedimento vai englobar uma ampla faixa de tecnologias que surge a partir da década de 1980, abrindo um leque extraordinário para a arte no universo digital. É o caso de técnicas já citadas, como o sistema de partículas e imagens do tipo graftal, além de *metaballs*,

modelagem física, animação comportamental e demais abordagens de visualização baseadas em regras de procedimento. Deixaremos para comentá-las na medida em que surgem como ferramentas para a computação gráfica.

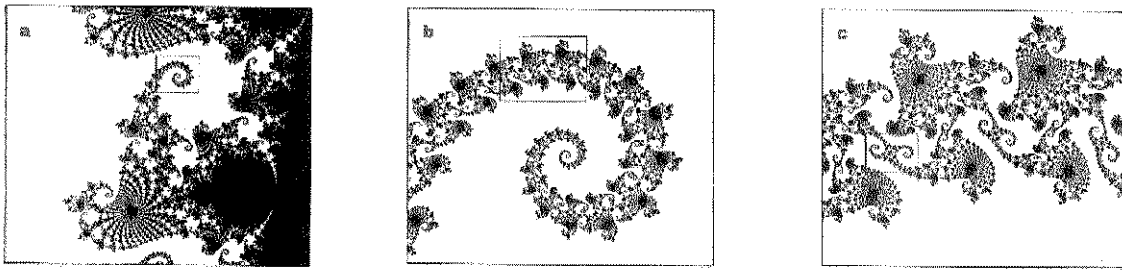


Fig. 147 Conjunto de Mandelbrot. Exemplo do uso de fractal obtido por procedimento.

### 3.1.2. Iluminação

Falar de iluminação de superfície 3D implica em tratar do processo de renderização (acabamento) da imagem. Mas embora o *render* não envolva somente o cálculo do efeito de luz – inclui desde a disposição dos elementos da cena, eliminação de linhas e superfícies ocultas, transformação perspectiva, até chegar na apresentação final da imagem numa grade de pixels – é a modelagem através da simulação da luminosidade que garante a aparência realista no ambiente virtual.

Aliás, isso não é de estranhar, pois a luz exerce este mesmo papel no mundo real, permitindo a evidência das cores e sombras que, afinal, dá visibilidade às coisas. Vemos graças a presença ou ausência relativa de luz, cuja variação nos permite distinguir a complexidade da informação visual do ambiente.

Já no desenho e na pintura com materiais tradicionais, a aplicação de gradações tonais e matizes de cor são responsáveis pela ilusão do volume e representação realista. Se compararmos um desenho corretamente esboçado em perspectiva (pode ser o estudo a lápis de Leonardo da Vinci para a *Adoração dos Magos*, de 1481) com uma pintura pré-renascentista (como algum trabalho de Giotto) que ainda não fazia uso apropriado deste recurso de simulação da profundidade no plano, veremos que mesmo assim é a pintura que transmite mais veracidade visual. A luz parece torná-la mais substancial. Não foi à toa que o próprio Leonardo da Vinci desenvolveu a técnica do *claro/escuro* e proporcionou o toque realista definitivo para a pintura.

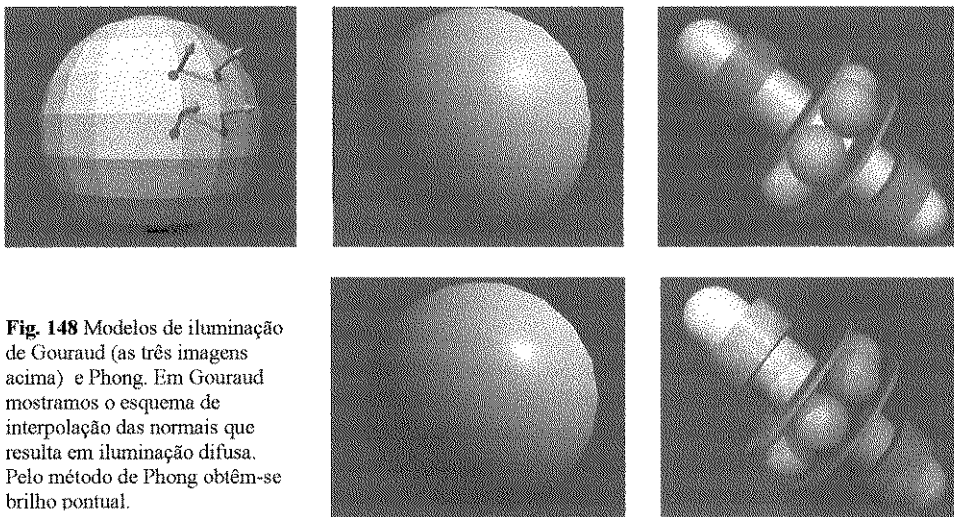
Na computação gráfica coube mais uma vez a Universidade de Utah o privilégio de oferecer os dois modelos de iluminação que, no começo da década de 1970, fizeram acreditar na possibilidade da ilusão foto-realista na síntese de imagem digital, apresentando objetos com aparência de superfície sólida e contínua – tendo, portanto, superado a anti-natural superfície facetada vista no método original baseado na fórmula de Lambert (ver p. 160).

O primeiro modelo com eficiência computacional a apresentar uma superfície suavemente iluminada foi proposto por Henri Gouraud (1971:626). Vimos que na tonalização plana obtida pelo algoritmo de Lambert a intensidade de luz refletida pelas faces dos polígonos mudava bruscamente entre um polígono e seu adjacente, resultando na aparência facetada em superfícies curvas. Gouraud vai resolver este problema aplicando um método que homogeneiza a transição entre um polígono e outro. Ao invés de considerar apenas uma

normal (o vetor) à superfície do polígono para efeito do cálculo de iluminação (caso do modelo de Lambert), o algoritmo de Gouraud mistura os valores das normais à superfície de polígonos adjacentes para determinar o valor das normais em relação aos vértices compartilhados pelos polígonos. O algoritmo então mistura o valor das normais aos vértices para estabelecer a intensidade da iluminação através dos polígonos, resultando numa graduação suave da luz sobre a superfície.

Apesar da evidente superioridade alcançada pelo modelo de iluminação de Gouraud em relação ao método de Lambert, ambos tinham a deficiência de tratar qualquer superfície de maneira uniforme, refletindo a luz por igual. Os objetos da cena parecem todos opacos.

Bui Tuong Phong aparece logo em seguida com um modelo de iluminação que incorpora o brilho aos objetos, o componente especular da reflexão. A sua abordagem ainda considera a posição do observador. Phong apontou estas imperfeições nos modelos anteriores (1975:314, 315), mas além destas novas implicações sua técnica de interpolação (mistura) das normais é mais detalhada que a usada por Gouraud. Agora o que se mistura em cada polígono não são os valores obtidos nas normais dos vértices, mas as próprias normais, que são interpoladas através da superfície do polígono, calculando a tonalidade de cada ponto na superfície. Na relação entre o ângulo das normais e o ângulo da luz incidente temos o ângulo de reflexão que responde pelo brilho acentuado. Se o ponto de vista do observador coincide com o ângulo de reflexão, o brilho é intensificado nesta direção.



**Fig. 148** Modelos de iluminação de Gouraud (as três imagens acima) e Phong. Em Gouraud mostramos o esquema de interpolação das normais que resulta em iluminação difusa. Pelo método de Phong obtém-se brilho pontual.

Bem, estas pesquisas em Utah representavam a principal tendência científica em computação gráfica. Mas fora do então restrito círculo acadêmico também acontecia inovações. Entretanto, com frequência a soberba dos que se acham no controle da situação não lhes permite enxergar os movimentos ao redor, muito menos reconhecer a importância de certas contribuições. Hoje sabemos o quanto custou a toda poderosa Xerox o desprezo em relação ao interesse dos amadores pela informática, cujo acesso foi possibilitado pela popularização do microprocessador.

É difícil acreditar que coisas assim aconteçam em computação, com todo o dinamismo desta área – a todo instante uma nova tecnologia surge para desbancar sua antecessora, ou ao menos demonstrar que no mundo digital não existe apenas uma maneira de fazer as coisas. Afinal, isto não é a natureza.

Até aquele momento, pelo visto, quando esta tecnologia estava concentrada na mão de grandes empresas e instituições, talvez esse desdém fosse defensável.

No caso da computação gráfica – no que diz respeito aos modelos de iluminação – a comunidade científica “oficial” não levou a sério a técnica desenvolvida pelo grupo de Phillip Mittelman na MAGI (Mathematical Applications Group Inc.).

Formada nos anos 60 para atender ao mercado de energia nuclear (preocupado com as conseqüência da radiação), o sistema concebido pela MAGI para registrar o traçado de raios de partículas atômicas em torno do espaço (raios gama, alfa, beta, neutrons), a partir de cuja informação se tomava a medida de segurança apropriada, foi visto por Mittelman como passível de aplicação na geração de imagem: se ao invés das partículas ele registrasse o traçado de raios da luz, poderia simular uma fotografia (Auzenne, 1994:61).

O *método do traçado de raios* iria se mostrar o mais adequado para simular efeitos de brilho e transmissão da luz entre superfícies de modelos 3D. Praticamente ficou restrito a MAGI por toda a década, que se tornaria a primeira companhia a explorar comercialmente a animação computadorizada 3D. Sua competência e prestígio a levou a integrar o time responsável pelo feito tecnológico que foi o filme da Disney *Tron*, de 1982. E só então a comunidade científica reconheceu o mérito desta abordagem – ainda assim devido ao aval de outro pesquisador, Turner Whitted, que voltou-se para o aprimoramento da técnica (vamos deixar para detalhar seu funcionamento quando chegarmos neste trabalho de Whitted).

Numa extensa matéria da revista *Byte* (Sorensen, 1984:132), Phillip Mittelman se disse surpreso quando exclamaram que ele havia solucionado o tão complicado problema das linhas ocultas. “Que problema?”, respondeu Mittelman, segundo ele, completamente ingênuo a esse respeito; para então explicar que “com o traçado de raios, uma vez que você siga o raio até atingir algo e então ele seja rebatido, você não tem que se preocupar com o que está atrás da superfície. Pode ter milhares de objetos atrás; não importa”.

Este acontecimento dá uma idéia das idas e vindas da tecnologia – e como a arte pode ser afetada pela escolha prematura de um procedimento técnico que ainda não se tenha provado digno de integrar-se ao seu sistema. O aval “científico”, para a arte, não significa grande coisa. Não interessa de onde venha, uma contribuição técnica com propósito artístico deve simplesmente ser *eficiente*, o que significa prestar-se à exteriorização da expressão autêntica do artista.

### 3.1.3. Textura

Uma decisiva contribuição para se conseguir a ilusão do real na computação gráfica foi o advento do que ficou conhecido como *mapeamento de textura*. Estamos de fato ainda envolvidos pela área da iluminação, mas as particularidades deste empreendimento sugere que devemos considerá-lo de forma independente.

As técnicas de mapeamento de textura se desenvolveram como possibilidade da subdivisão recursiva de fragmentos proposta por Edwin Catmull (vista a pouco no item sobre modelagem), que postulava a correspondência entre pontos na superfície do fragmento com os pixels da matriz de exibição, associando aos pixels informação dos valores de iluminação de cada ponto. Agregando dados de luminosidade referentes a uma imagem do tipo bitmap (desenho ou fotografia) a esses pixels, o fragmento de superfície exibiria a textura desta

imagem, com seus brilhos, cores e padrões. Sem dúvida nenhuma um nível inédito na escalada rumo ao realismo fôra alcançado.

Mas os objetos mapeados continuavam apresentando uma superfície invariavelmente plana, suave, comprometendo a percepção de suas características materiais. Além do mais, muitos objetos refletem na própria superfície (em maior ou menor grau) o ambiente circundante. Acrescentar ao mapeamento de textura estas particularidades foi a última grande contribuição da Universidade de Utah à computação gráfica, ocorrida ao longo da segunda metade dos anos 70.

As idéias básicas estavam presentes num artigo publicado em parceria por James Blinn e Martin Newell (1976:542-547), valendo-se do controle preciso que as quatro coordenadas que definem o minúsculo fragmento bicúbico ofereciam, permitindo o estabelecimento de quatro normais para cada pixel que garantiam a orientação tridimensional exata – transformações de qualquer tipo podiam ser processadas. Uma espécie de “espaço paralelo” é introduzido para ser usado em conjunto com as coordenadas do espaço 3D do objeto. Este espaço alternativo, chamado de *paramétrico*, recebe as coordenadas  $u$  (valores horizontais) e  $v$  (valores verticais) contendo os padrões da imagem que é usada no mapeamento, equivalente quanto as características geométricas e luminosas do fragmento bicúbico. Isto possibilita ampla manipulação do espaço paramétrico contendo os dados de textura (inclinat, esticar, torcer,...), que é projetado sobre o espaço do objeto fazendo corresponder as coordenadas  $u,v$  com os eixos  $x,y$ . Mudando os parâmetros de cada ponto do mapa da imagem se altera cores e intensidade. Mudando os valores do objeto no qual a textura é aplicada, esta reflete a variação – graças a vinculação entre pixels e fragmentos da superfície do objeto.

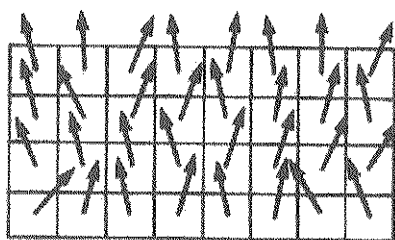
Estes procedimentos de enorme impacto na computação gráfica traziam para o mundo digital princípios há séculos empregados pelos pintores para obtenção de efeitos visuais. Os artistas alteravam suas imagens trabalhando com conceitos geométricos a partir de planos acrescentados ao desenho original. A imagem tinha seu modelo equivalente devidamente mapeado com quadrículas (os “pixels” da matriz digital) que eram submetidas à distorções perspectivas de toda ordem. Estas transformações tinham por objetivo tanto ajustar o rigor linear a natural deformação típica da nossa fisiologia óptica (como os estudos de Piero della Francesca e Leonardo da Vinci que levaram ao conceito da perspectiva curvilínea), como explorar o inusitado através do exagero formal (como nas anamorfoses renascentistas ou mais recentemente nos expoentes da op art e na obra de M. C. Escher).

Com base nas idéias que levaram ao plano paramétrico, surgem os importantes algoritmos que permitiram simular a rugosidade das texturas (*bump mapping*), a simulação do ambiente circundante (*environment mapping*) e o efeito de substâncias nebulosas, névoa por dispersão de partículas (*particle scattering*).

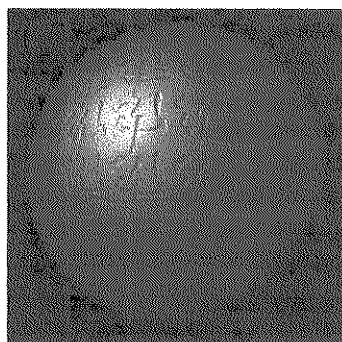
O efeito de *bump mapping* cria a ilusão de rugosidade na superfície dos objetos apenas alterando a direção com que os raios de luz são refletidos, sem alterar a geometria do modelo. Para isto Blinn (1977:193) fez uso das descobertas da física experimental, com medições de como superfícies reais refletem luz: microscópicos aspectos da superfície, aleatoriamente distribuídos, atuando como minúsculas placas refletoras, espalham luz em todas as direções, inclusive rebatendo reflexos entre uns e outros, podendo apresentar uma disposição que implicaria em mais brilho ou opacidade. Não é por outro motivo que o processo de formação de cor por pigmentação (em detrimento dos processos aditivo e subtrativo) seria o mais adequado modelo matemático a ser representado no computador para utilização nos sistemas de pintura digital (Gomes; Velho, 1994:66).



Blinn reproduziu esta característica elaborando um algoritmo que ocasionava um desarranjo nas normais do fragmento partindo dos valores do mapa de textura empregado (1978:287), efetivamente perturbando a simetria destes vetores cuja ordem era responsável pela aparência lisa da superfície (parecendo plástico ou porcelana). Quando o programa fosse proceder ao cálculo da iluminação, seria aplicada uma equação às normais “perturbadas”, gerando o aspecto da textura. Em termos práticos, um padrão mapeado (quer dizer, acoplado ao objeto) apresentaria depressão nas áreas escuras e protuberância nas áreas claras tangentes à superfície do modelo (ou vice-versa). As tonalidades intermediárias de cinza recebem mais ou menos cavidade ou saliência, dependendo quão mais escuro ou mais claro seja o tom de cinza.

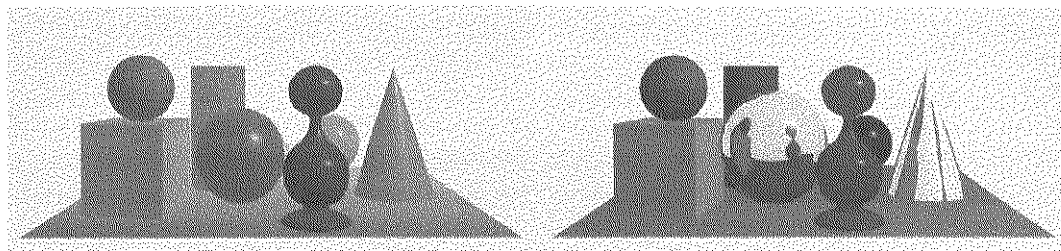


**Fig. 149** *Bump mapping*. Gráfico com as normais “perturbadas” e o objeto mapeado (envolvido) com uma textura.



No mapeamento do ambiente (*environment mapping*) o ponto de partida foi imaginar o objeto envolvido por uma grande esfera (seu universo circundante) cuja superfície interna representava uma imagem do ambiente em torno do objeto como sendo “visto” pelo próprio objeto. Esta versão bidimensional do ambiente continha informações corretas do ângulo de reflexão e intensidade dos raios, convertida num sistema de coordenadas polares correspondendo aos eixos x, y. Daí bastava uma instrução para projetar (mapear) esta imagem esférica sobre o objeto.

Já a simulação de efeito atmosférico (*fog*, névoa) é outra técnica que possui referência na pintura tradicional – Leonardo da Vinci, no século XV, desenvolveu a perspectiva atmosférica como complemento ao traçado linear no intuito de reforçar a sensação de profundidade e realismo pela interferência de elementos que afetam a luminosidade do espaço. Isto era feito sobrepondo camadas de tinta transparente (com poucos pigmentos, partículas de tinta) por meio de uma técnica conhecida por *veladura*. No modelo de Blinn, este efeito é representado dispondo uma infinidade de partículas (esferas minúsculas) aleatoriamente distribuídas no espaço, com as propriedades de absorver e refletir luz em qualquer direção. Quanto mais densa a nuvem de partículas, menores as chances de a luz atingir o observador.



**Fig. 150** Efeito atmosférico e mapeamento de ambiente.

Os estudos de James Blinn ainda o conduziu à verificação do efeito de *displacement* (nesse caso a geometria do objeto é alterada com base nas informações de intensidade do mapa de textura) e estimularam o surgimento de modelos que simulariam a aparência de materiais específicos.

Com estas invenções, a síntese de imagem digital completava o ciclo das tecnologias fundamentais para a criação de imagem por processos computacionais empregada por pacotes gráficos 3D comercializados nas décadas de 1980/90, quando só então estes recursos iniciam a transformação (lenta, e em processo) do paradigma na elaboração visual – e basicamente quando empunhados por artistas de sólida formação ortodoxa.

### 3.1.4. Pintura Digital

A comunidade científica de computação gráfica sempre teve um certo desprezo pelos gráficos bidimensionais (parte de uma área tecnicamente conhecida por *processamento de imagem*). Produzir uma linha curva no espaço plano das coordenadas x, y é mais fácil do que fazer o mesmo tendo de considerar mais um eixo; processar imagem – manipular algo já criado, como acrescentar cor e textura a um desenho – seria uma atividade menor, comparada a “sofisticada” síntese numérica 3D.

Este preconceito (partilhado por certos teóricos da imagem) tem seu fundamento na idéia da computação como uma caixa preta indecifrável acessível a poucos indivíduos. Quanto mais difícil, mais valorizado. Sendo os gráficos bidimensionais menos complicados, portanto mais acessíveis, restaria à síntese numérica (e tome ênfase nesta expressão) como bastião de alguns eleitos. Um esclarecimento: *síntese* existe em 2D ou 3D, e não é uma exclusividade digital. Aliás, muito freqüentemente estes dois mundos se inter cruzam, caso do mapeamento de textura visto há pouco.

Bem, número por número, não importa se em 2D ou 3D, a máquina vai trabalhar numericamente. E para a arte isto é o que menos importa, desde que ofereça os recursos que precisamos para – intuitivamente – elaborarmos imagens (quer seja importando-a de suportes tradicionais ou produzindo diretamente no computador). Além do mais, não custa lembrar, toda imagem é essencialmente bidimensional, e apenas nesta condição podemos trabalhar com a cor, que em última instância vai proporcionar a tão almejada ilusão do real. Haveria de registrar ainda o diferencial do toque particular do artista que apenas no espaço bidimensional era possível – fonte do estilo, a efetiva contribuição da arte para o enriquecimento da cultura visual.

Nos anos 70 até se poderia encontrar uma justificativa para essa postura inconseqüente. Afinal, a computação gráfica vinha tentando se impor como ciência inclusive na própria comunidade de informática, onde, exceto em poucas instituições, não era vista como parte integral do campo da ciência da computação (Greenberg, 1988:13). Isto, por outro lado, exigia o afastamento de alguns indivíduos da tendência em direção ao entretenimento, talvez visto como suficientemente fútil para não merecer reconhecimento acadêmico – o mesmo acontecendo com teóricos da imagem que passam a empregar um discurso pseudocientífico, com palavreado hermético (tanto quanto vazio) devido a arte não parecer mais proporcionar qualquer respeito intelectual.

Mas foi justamente a popular indústria do cinema e da televisão, com o apoio de cientistas e artistas com sólido conhecimento em suas respectivas áreas, que deu prestígio a computação gráfica. Sem esquecer a generalização da editoração eletrônica e a massificação do

computador pessoal devido a interface gráfica – quase tudo em função do desenvolvimento de sistemas baseados em gráficos bidimensionais (gráficos baseados em *pixel*).

Sistemas para pintura digital já vinham sendo desenvolvidos desde a década de 60. O pioneiro trabalho de Kenneth Knowlton no Bell Laboratories (ver p.154) não era outra coisa senão um sistema deste tipo dotado de rotinas para intervalação de imagens, gerando animações. Mas um ingrediente decisivo não fazia parte do processo: interação.

O *frame buffer* (memória de imagem) foi o equipamento que permitiu o acesso interativo – e esse tipo de memória não existia nos anos 60; o Bell Laboratories (através de Joan Miller) construiu um *frame buffer* de 3 bits em 1969/70, insuficiente para gráficos coloridos (Auzenne, 1994:41). Mesmo alguns de seus primeiros desenvolvedores não exploraram o *frame buffer* em toda sua potencialidade: no simulador de voo baseado em vídeo de varredura produzido em conjunto pela Evans&Sutherland e Universidade de Utah, a memória de imagem funcionava passivamente: armazenava e exibia valores de pixels.

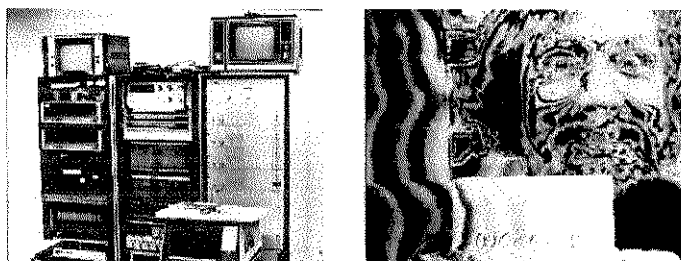
Foi o engenheiro Richard Shoup, então trabalhando no Centro de Pesquisa de Palo Alto (PARC) da Xerox, que vislumbrou a utilização do *frame buffer* como verdadeiro suporte eletrônico para pintura, construindo o primeiro sistema de pintura digital realmente digno desta referência, chamado de *Superpaint* (Smith, 1997:2). Shoup enxergava possibilidades criativas no *frame buffer*, ao invés de um mero dispositivo para renderização de modelos 3D. Para ele, a memória de imagem poderia ser acessada diretamente, alterando, de maneira interativa, os valores dos pixels.

Desde a juventude Shoup tivera interesse por tecnologia eletrônica relacionada a imagem (Hiltzik, 1999:231), trabalhara com gráficos na Universidade Carnegie-Mellon e nos seus contatos conheceu o Scanimate (ver p. 158), cuja praticidade e eficiência o impressionou – levando-o a propor a Xerox o desenvolvimento de um equipamento semelhante mas apoiado em tecnologia de imagem digital.

Com o auxílio de pessoal oriundo da Universidade de Utah (Bob Flegal e Jim Curry) mais Bill Bowman e Patrick Beaudelaire, Shoup apresentou o protótipo do Superpaint em abril de 1973. Tratava-se de um conjunto integrado de *hardware* e *software* com capacidade de 8 bits numa resolução de 640 x 480 pixels, constando de dois monitores (um para a imagem de trabalho e outro para o *menu* de ferramentas eletrônicas), mesa digitalizadora e demais peças para entrada, endereçamento, armazenamento e processamento de dados, compondo uma grande estrutura alojada em suportes de ferro na forma de armário.

Pelo pioneirismo e características funcionais tendo por princípio a interatividade, seria natural uma comparação com o Sketchpad de Ivan Sutherland. No Sketchpad o usuário dispunha de uma lista (um *menu*) de primitivas que eram ativadas a um toque da caneta óptica. No Superpaint o usuário usava a caneta eletrônica para selecionar num menu o tipo de pincel e a cor desejada. A partir daí surgem as diferenças da tecnologia. As imagens no Sketchpad eram baseadas em gráficos vetoriais, cuja evolução 3D desta espécie de programa empregava algoritmos complexos para remoção de linhas ocultas, iluminação e transformação perspectiva. Estas dificuldades não existiam no Superpaint. Sendo um sistema baseado em pixel, o *frame buffer* garantia a agilidade necessária simplesmente substituindo em sua memória os traços anteriormente registrados pelo usuário que por acaso fossem recobertos. É o princípio que norteia todo programa de pintura desenvolvido posteriormente: os dados que representam uma imagem são copiados de um lugar para outro na memória do *frame buffer*.

Fig. 151 *Superpaint*, com a primeira imagem processada neste equipamento.



No procedimento básico o usuário pode escolher uma forma de traço pré-definida disponível no *menu* ou definir ele mesmo um formato de traço particular. Este “pincel eletrônico” é composto por um bloco de pixels num arranjo retangular ou circular mapeado numa seção específica do *frame buffer*. Estando o “pincel” devidamente carregado na memória principal, para desenhar basta que seja movida a caneta eletrônica sobre a mesa digitalizadora: onde quer que a caneta toque na superfície da mesa, o *frame buffer* copia o arranjo de pixels do pincel em sua memória ativa de imagem, ao mesmo tempo que procede a exibição na tela do vídeo. O fluxo de dados gerado pelo movimento da caneta é atualizado em tempo real, com os pixels da memória de imagem sendo substituídos a cada vez que a caneta refaz o percurso em áreas das coordenadas x, y anteriormente marcadas.

Alvy Ray Smith (1997:6) destaca a abordagem quanto ao acionamento do mecanismo de pintura eletrônica digital utilizado por Richard Shoup: uma leve pressão da caneta contra a mesa digitalizadora ativa a rotina de desenho, mantida durante o movimento da mão. O traço pára ao deixar de exercer pressão. É exatamente como fazemos com um lápis de verdade. Mas isto foi uma conquista técnica para o universo cibernético! E será nesta linha de simulação de procedimentos e efeitos verificados na tradição da arte – e não podia ser diferente – que vai se formular os algoritmos que respondem pelo funcionamento dos programas de pintura, como o uso de máscaras, aplicação de pinceladas, escolha de cores, etc.

Foi inclusive esta última característica que constituiu a maior contribuição de Smith ao sistema projetado por Richard Shoup. Alvy Ray Smith ficara fascinado ao deparar-se com o *Superpaint*. Reconhecia o quão revolucionária era aquela máquina em que se podia desenhar, pintar, processar imagens de vídeo, gerar animações e tantas outras coisas com a flexibilidade e o potencial expressivo/produtivo da tecnologia digital. Mas no caso da obtenção de cores o sistema oferecia a opção nada prática de fazer misturas combinando as três luzes básicas vermelho, azul e verde. “Artistas não pensam assim”, disse Smith (citado por Hiltzik, 1999:236) que era um artista diletante, e esse conhecimento aliado a sua capacidade como programador o capacitou a introduzir um método intuitivo há muito preferido pelos artistas, baseado nas dimensões de matiz, saturação e brilho da cor (que em inglês forma as iniciais HSV). Este modelo acabou se tornando padrão na indústria, gerando variações em torno dessa abordagem.

Após o período em que trabalhou com Shoup no *Superpaint* (meados dos anos 70), Smith segue para o New York Institute of Technology (NYIT), que na segunda metade da década assume a liderança na pesquisa com computação gráfica nos Estados Unidos (por consequência no mundo). Aí Smith dá seqüência ao aperfeiçoamento da funcionalidade da pintura digital. Amplia a profundidade de cores dos pixels para 24 bits, cria o algoritmo que permite a fusão de cores diferentes na tela e incorpora a transparência ao processo, só para citar alguns importantes melhoramentos.

Com a transparência o traço digital ganhava mais naturalidade já que, dependendo da posição, pressão e formato do lápis ou pincel real, obtêm-se um resultado com aparência mais

intensa no centro, ficando as bordas suaves. Para isto o algoritmo lançava mão de uma equação clássica para interpolação linear:  $\alpha A + (1 - \alpha) B$ , com alfa representando valores de transparência. Os valores dos pixels de uma determinada cor pincelada deixariam de ser uniformes, sendo opacos no centro do arranjo de pixels e gradualmente transparente em direção as bordas, podendo variar a intensidade do valor  $\alpha$  para mais ou menos transparência.

Um pouco de imaginação e a partir daí surgiu a simulação de outra versátil ferramenta para o artista: o aerógrafo. As possibilidades de composição de imagem permitidas pelo aerógrafo digital seria completada pela introdução da noção de *canal alfa* proposta por Edwin Catmull (então dirigindo a divisão de computação gráfica do NYIT) e Alvy Ray Smith, que aparecia como importante componente da imagem digital para dar origem – juntamente com os demais canais de cor vermelho, verde e azul – ao que se convencionou chamar de pixel de cor verdadeira (32 bits) ou imagem RGBA, das iniciais das componentes em inglês red, green, blue e alfa (Smith, 1995:5). A presença de um canal específico para lidar com informações de opacidade/transparência da imagem permitiu a flexibilidade que faltava para se compor imagem digital com liberdade – um grande impulso para a criatividade artística no domínio eletrônico.

Sem desmerecer a capacidade intelectual dos pesquisadores do NYIT, estes rápidos avanços na tecnologia digital acompanhavam a evolução do desenvolvimento dos microprocessadores, cujo preço caía na medida que aumentava a potência. Na segunda metade dos anos 70 um *frame buffer* com os quatro canais RGBA (32 bits) custava US\$ 260.000,00; valor que corrigido para a segunda metade da década de 1990 seria equivalente a um milhão de dólares – só a memória de imagem(!), que hoje em dia vem embutida num *chip* e o valor é desprezível no conjunto do preço de um microcomputador. Mas em 1973/74 um *frame buffer* de 8 bits, como o usado no Superpaint por Richard Shoup custava US\$ 100.000,00 (Hiltzik, 1999:232).

O que torna o feito de Richard Shoup ainda mais sensacional foi justamente a original idéia que ele teve como recurso para contornar a limitação de uma memória com apenas 8 bits, o que reduzia bastante o espectro de cor do seu sistema. Shoup criou um artifício a que chamou de *color lookup table*. Tratava-se de um engenhoso esquema que fazia uma intermediação quando do endereçamento de cores pelo sistema, ampliando artificialmente o leque de matizes. Ao se especificar uma cor entre as 256 possíveis com pixel de 8 bits, ao invés de esta informação seguir diretamente para controlar a voltagem do canhão de elétrons, era acionada uma posição correspondente num mapa de cores armazenado no *frame buffer* que simulava um conjunto com três canais de cores (vermelho, verde e azul) contendo 8 bits cada, atingindo o nível de 16.7 milhões de cores encontradas em dispositivos de 24 bits. Típica “gambiarra” tecnológica que se mostrou muito eficiente para a manipulação rápida e flexível da imagem, tendo permanecido mesmo depois da chegada dos equipamentos de cor real (24 bits).

Cor é um assunto complexo e controverso. A dificuldade em tratar da cor decorre das particularidades muito especiais deste fenômeno. Mesmo configurando uma realidade física, a sensação da cor é uma invenção do nosso cérebro. E quando partimos para a utilização estética dos princípios cromáticos há que se considerar o contexto em que a cor está inserida, já que é nas relações colorísticas que temos sua definição expressiva. Porém, nos interessa neste momento tão somente o entendimento de como o computador descreve a cor, de maneira a permitir sua manipulação digital.

Foi Leonardo da Vinci quem primeiro realizou pesquisas com a intenção de obter uma definição quantitativa das cores (Pedrosa, 1995:81), mas embora tenha demonstrado a composição da cor branca e utilizado uma representação gráfica (o círculo) como esquema de medidas, não lhe foi possível estabelecer referenciais precisos que viabilizasse a mensuração das cores.

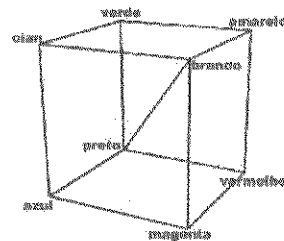
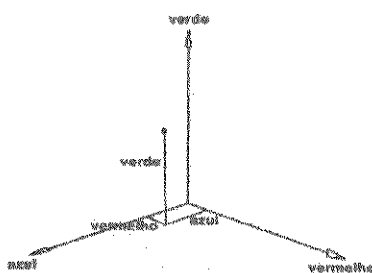
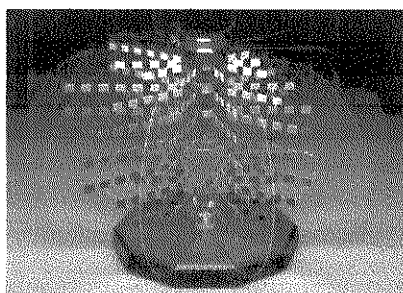
Coube a Isaac Newton a descoberta do comprimento de onda que caracteriza cada matiz, o que permitiu a criação de um sistema de medidas prático, dispondo os percentuais de cada cor numa representação gráfica novamente circular.

Outro grande passo foi dado em 1801 com a formulação, por Thomas Young, da *teoria tricromática*, segundo a qual as moléculas fotossensíveis do olho reagem apenas as faixas baixa, média e alta do espectro visível, coincidindo com as cores vermelho, verde e azul. Com base nesta teoria, comprovada ao longo do tempo, o olho humano apresentava um espaço de cor tridimensional. Tínhamos, portanto, uma concordância com as três dimensões conhecidas da cor: matiz, saturação e brilho.

Na busca de uma representação das cores em três dimensões que contemplasse todos os parâmetros acima, o modelo de cor proposto por Munsell em 1915 na forma de um sólido assimétrico (denominado *árvore de Munsell*), foi o que apresentou a melhor abordagem das características da cor, contornando as dificuldades de medição ao mesmo tempo que apresentava um sistema intuitivo – sendo o escolhido para servir de paradigma aos modelos digitais (Marcus, A. in Greenberg e col., 1982:81).

Nesse sistema – preferido pelos artistas – os matizes em sua máxima saturação, considerando a extensão perceptiva de cada cor, estão dispostos em torno de um eixo vertical. Quanto mais próxima do eixo, mais dessaturada a cor. O eixo, por sua vez, controla o brilho: luminosidade na parte de cima (branco) e escuridão na de baixo (preto), com tons intermediários de cinza.

A geometria de coordenadas cilíndricas do sólido de Munsell é adaptada para efeito de implementação digital na forma regular de um cubo que, se não é fiel aos estímulos reais da cor, ao menos é conveniente para a descrição matemática numa estrutura vetorial cartesiana 3D (Vince, 1985:80).



**Fig. 152** Árvore de Munsell, gráfico dos vetores de cor com a descrição de um tom de verde no espaço cartesiano 3D e o cubo de cor resultante em que se identifica as relações entre cores primárias e suas misturas.

Qualquer das três cores puras (vermelho, verde e azul) estão localizadas na ponta dos respectivos eixos, ocupando o canto do cubo. Nos planos formados pelos eixos temos a mistura de duas cores, com os resultados cromáticos desta composição em diferentes brilhos. Assim, no canto superior do eixo vermelho-verde temos amarelo em plena saturação, no eixo vermelho-azul temos magenta e no verde-azul temos ciano. Misturando as três cores saturadas por igual dá a sensação de branco.

O volume simétrico do cubo de cor RGB (de red, green e blue) é fácil de entender e decompor numericamente para efeito de manipulação no computador. Constitui o modelo fundamental para codificação eletrônica haja vista a equivalência do espaço RGB e a matriz de fósforo vermelho, verde e azul dos monitores de vídeo. Mas se é conveniente para programadores, seu uso não é intuitivo para artistas.

Entretanto, a partir deste sólido de cor não é difícil chegar ao mecanismo para acessar o modelo HSV (referindo-se a matiz, saturação e brilho), de maior apelo intuitivo.

Ligando o ponto de total escuridão e total luminosidade, a linha resultante contém toda a gama dos tons de cinza (do branco ao preto). Portanto, quanto mais afastada perpendicularmente dessa linha maior a pureza (saturação) da cor. Movendo-se paralelamente ao longo da linha trabalha-se o brilho. Já para melhor visualizar os matizes imagine olhar o cubo a partir do canto onde fica a cor branca em direção ao ponto da cor preta. Melhor seria girar o cubo até coincidir o ponto branco com o preto. Teríamos então um hexágono, com as cores primárias e secundárias nos vértices. A cor em qualquer ponto do hexágono é definida pelo ângulo que ela forma em relação ao eixo da cor vermelha ( $0^\circ$ ). Veja a figura abaixo.

Agora, abstraindo-se do cubo mas mantendo o hexágono e a linha central que vai do branco ao preto, e então ligando os vértices do hexágono ao ponto preto, formamos um cone (ou uma pirâmide invertida). Neste sólido geométrico os *matizes* se distribuem em torno do eixo central do cone, a *saturação* varia na direção radial e o *brilho* varia ao longo do eixo vertical entre os extremos superior (branco) e inferior (preto). Numa operação matemática a cor é determinada pelo ângulo em relação ao eixo vermelho, a saturação pela percentagem da distância da cor em relação a linha dos cinzas, e o brilho por uma numeração que vai do branco ao preto.

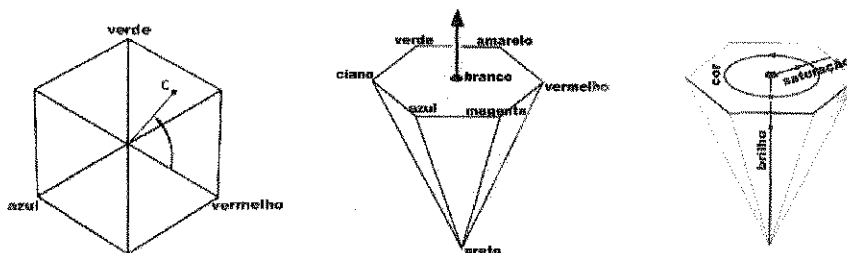


Fig. 153 Hexágono e cone de cor.

Como dá para perceber, esta é outra representação gráfica fácil de visualizar e fácil de analisar geometricamente. Mas certamente ainda mais importante é sua semelhança à maneira como os artistas estão acostumados a trabalhar, inclusive permitindo acesso imediato as cores complementares. Mesmo verter os valores de um para outro (RGB por HSV e vice-versa) passa a ser uma tarefa relativamente simples de ser implementada usando este modelo na elaboração dos programas.

Variações deste modelo foram desenvolvidas posteriormente, sempre no sentido de agregar intuitividade ao processo de criação artística no ambiente eletrônico virtual.

A tendência tecnológica iniciada com o Superpaint estabelece a principal linha de desenvolvimento para sistemas de pintura digital, edição de imagem e animação bidimensional. Logo de início vai produzir ramos como o da própria empresa de Richard Shoup (Aurora Systems), a Ampex e toda a evolução que começa no New York Institute of



Technology chegando na Lucasfilm e Pixar – ramo que vai gerar o sistema CAPS da Disney e aquele que se tornou padrão com os computadores pessoais: o *Photoshop* (Smith, 1997:6-7).

Outras tendências pioneiras que apareceram ainda na primeira metade dos anos 70 foi com a Quantel (Quantized Television) de Richard Taylor, na Inglaterra, e o sistema desenvolvido na Cornell University por Marc Levoy – mais tarde aperfeiçoado em parceria com o famoso estúdio de animação Hanna-Barbera. Em vista da pesquisa de Levoy estar inserida num projeto de animação, deixaremos para abordá-la no tópico específico a seguir. Tendências como a da Quantel serão comentadas logo depois, quando estivermos falando do uso da tecnologia digital nas diversas áreas de aplicação artística.

### 3.1.5. Animação Digital

O formidável avanço verificado na geração da imagem digital ao longo das décadas de 60 e 70 não teve uma contrapartida no que diz respeito ao movimento. Havia a idéia de que lidar com o movimento seria uma tarefa simples, podendo esta preocupação ser deixada para depois – após resolver os problemas relacionados à descrição da imagem realista no computador. Mas como reconheceu Edwin Catmull num artigo de 1978 com o ilustrativo título *Os Problemas da Animação Assistida por Computador*, “... animação é muito mais difícil do que se imaginava” (p. 348).

Esta dificuldade, claro, não se aplicava a animação de formas simples em que bastava alterar sua posição para termos a sensação de movimento. Catmull se referia às encenações protagonizadas por complexos e detalhados personagens desenhados de maneira tradicional, dos quais os estúdios Disney são a principal referência.

Nos anos 70 já podemos falar de uma classificação da animação feita com sistemas digitais. Em relação a plataforma de trabalho computadorizado vamos ter animação em 2D e animação em 3D. Nestes ambientes podiam ser animados desde gráficos a personagens – com extremas limitações expressivas no caso de personagens, tanto em relação a forma quanto ao movimento (mas com figuras chegando a apresentar uma aparência sólida). Por outro lado a animação de gráficos experimentava grande diversificação, contando com amplas possibilidades de transformações espaciais e divulgando mais uma iconografia típica da fase mais primitiva da computação gráfica, a aparência de plástico reluzente dos objetos (resultado dos métodos de iluminação de superfície baseados no modelo de Phong).

Simuladores de vôo como os desenvolvidos pela Universidade de Utah ou General Electric também já apresentavam imagens animadas com aparência sólida, como se pode ver no filme *Hancock Airport* (General Electric Electronics Laboratory, 1971).

Nesta época o sistema híbrido analógico/digital CAESAR (um aperfeiçoamento do Scanimate) obteve grande aceitação em animação 2D para televisão (Crow, 1978:13).

Mas nos interessa os avanços nas técnicas de animação digital ocorridas neste período passíveis de serem empregadas na produção de material artístico. Pelo começo dos anos 70 observamos diversas iniciativas em lugares diferentes nos Estados Unidos no desenvolvimento de linguagens e sistemas para animação. E a despeito dos insuficientes recursos de hardware da época, estava claro que a abordagem interativa baseada no uso de gráficos constituía o modo mais eficiente para atender as necessidades do trabalho artístico. Com este encaminhamento, e apesar do domínio tecnológico dos norte-americanos, veio do Canadá – através da dupla de pesquisadores Nester Burtnyk e Marcell Wein – as duas técnicas de maior

repercussão na área da animação computadorizada: a *animação por keyframe* e o *controle por esqueleto*.

Trabalhando no National Research Council do Canadá, Burtnyk e Wein pesquisavam em cooperação com o National Film Board daquele país, então o mais conceituado centro de animação no mundo, com destaque para a figura de Norman McLaren (ver p. 53). Eles tinham como meta desenvolver sistemas digitais para o animador profissional do mercado cinematográfico (Burtnyk; Wein, 1975:78), algo raro de ver nas pesquisas de ponta entre os anos 60 e 70.

Qualquer animador tradicional sabe o que significa as duas técnicas acima, pois fazem parte do corpo de conhecimentos da animação ortodoxa. Embutem, inclusive, o importante – e revolucionário na época – conceito de hierarquia, sistematizado no início do século XX pelo artista John R. Bray (ver p. 32). Os pesquisadores canadenses partiam dos princípios básicos presentes no sistema clássico de produção de animação. O acerto desta abordagem, iniciada pelo final dos anos 60, é confirmada pelas observações de Catmull no artigo citado há pouco, no qual reconhece a necessidade de considerar a dinâmica existente no conjunto do processo tradicional da animação, cujas etapas ele analisa uma a uma (1978:349).

Chama atenção a preocupação de Burtnyk e Wein em oferecer uma condição de trabalho o mais natural possível para o animador que pretende se aventurar no domínio digital. Em todos os textos da dupla este aspecto é por demais enfatizado. O animador não tem de ser incomodado com a necessidade de saber programação (no sentido anti-produtivo da digitação de códigos alfanuméricos), mas há que se familiarizar com o esquema do sistema de produção digital (Burtnyk; Wein, 1971:153). Este aspecto constitui ponto chave na especulação quanto ao estabelecimento de uma nova estratégia para a arte.

A simulação da *técnica de keyframe* no computador procura reproduzir com exatidão o procedimento verificado na animação clássica: o animador chefe desenha as posições principais (*key positions*) de uma curta seqüência da ação, fornecendo o referencial para que o animador assistente preencha os intervalos com desenhos intermediários (*inbetween frames*). Este método permite enorme acuidade no controle de todos os parâmetros envolvidos na qualidade da forma e do movimento. No entanto, mesmo com a divisão de tarefas, a carga de trabalho constitui um impedimento para maiores considerações estéticas.

Nesta técnica o grosso dos desenhos fica nos intervalos (embora numa ação muito complexa haja necessidade de um número elevado de desenhos chave). O computador vai responder justamente pela geração dos desenhos intermediários, através de um processo conhecido por *interpolação*. Definido os *keyframes* (posições chaves) pelo animador e demais parâmetros associados ao objeto da animação e a seqüência a ser produzida, o computador, através do algoritmo de *interpolação*, calcula as posições do objeto no espaço procedendo as mudanças de forma que atendam aos parâmetros de um *keyframe* a outro.

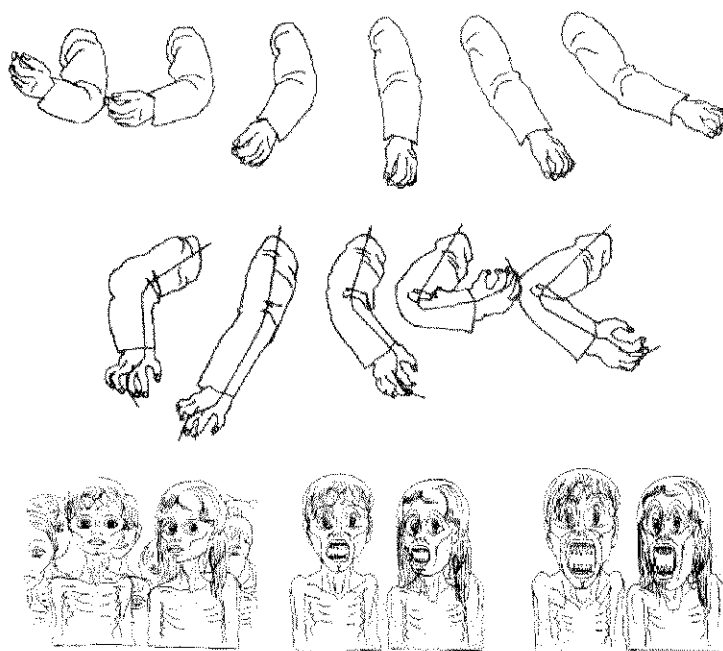
No começo a interpolação era calculada linearmente, resultando em movimentos bruscos, descontínuos. Além de vislumbrar a possibilidade de especificar a interpolação através de curvas (ou seja, considerando variações no movimento ao longo do tempo, ao invés de velocidade constante), Burtnyk e Wein propuseram o uso de *esqueletos*, de maneira a coordenar passagens fluidas em movimentos complexos sem constantes alterações nos desenhos por parte do animador nem aumento na quantidade de *keyframes* (Burtnyk; Wein, 1976:565). Na animação tradicional o uso de *linhas de ação* garante o charme de movimentos rítmicos, sendo usada tanto na definição do caminho da ação (*motion path*), como na construção da estrutura do personagem (seu esqueleto simplificado) – e foi aqui que a dupla canadense veio novamente se abastecer de idéias.

Também no método computadorizado o esqueleto é representado por uma linha, definido num espaço de coordenadas conectado por “ossos” que lhe garantem flexibilidade, possuindo ação local ou global na imagem a ele associada. Controlando o esqueleto de maneira interativa, qualquer distorção que for aplicada em suas coordenadas espaciais afeta as coordenadas relativas da imagem. A compatibilidade desta técnica com a interpolação por *keyframe* dava um passo decisivo para tornar viável a animação complexa de personagens em ambiente digital, com todas as vantagens desta tecnologia.

Porém, não se pode deixar de considerar o estágio marcadamente experimental deste trabalho, que apenas depois de sofrer melhoramentos sucessivos e contar com hardware adequado (já chegando nos anos 90), viriam constituir valiosas ferramentas nas mãos dos artistas – com o conforto de desfrutar conceitos familiares.

Mesmo assim, um indício irrefutável do acerto desta linha de investigação foi dado em 1974 quando o filme *Hunger*, de Peter Foldes, ganhou o Prêmio do Júri no Festival de Cannes e foi indicado para o Oscar em Hollywood (Rosebush: Sylvan, 1992:118). *Hunger* seria o primeiro filme de animação figurativa a apresentar uma narrativa estruturada realizado com tecnologia digital. Foi a soma dos esforços do pintor e animador Peter Foldes do National Film Board mais a dupla Nester Burtnyk/Marceli Wein do National Research Council, localizados no Canadá. Foldes estreou a técnica de *keyframe*, cuja aplicação da interpolação linear é bem evidente nas metamorfoses das linhas de uma forma a outra.

**Fig. 154** Na seqüência de movimento vista no topo temos a interpolação entre dois *keyframes* (um em cada extremo); na seqüência do meio observa-se o uso de *esqueleto* (a linha central ao longo de cada braço) associado a técnica de *keyframe* (BURTNYK/WEIN). Em baixo seqüência do filme *Hunger*, de PETER FOLDES (1973).



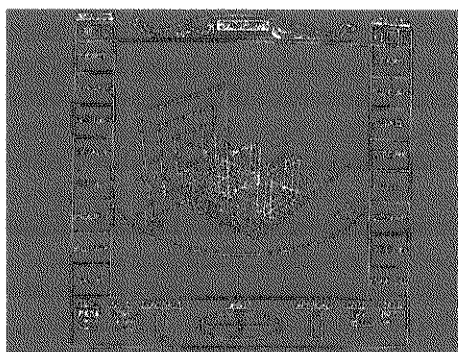
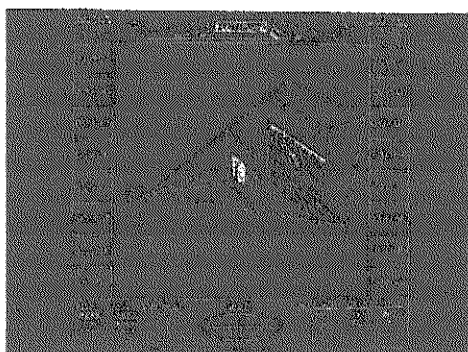
O estilo do desenho de Peter Foldes foi preservado – ele fazia esboços preparatórios no papel e os digitalizava através do *tablet* (mesa digitalizadora). O sistema trabalhava com gráficos vetoriais, cujas cores eram acrescentadas na fase de composição final realizada por meio óptico.

A computação, claro, só se justificava pelos ganhos de produtividade (inicialmente e principalmente) que ela trazia ao processo artístico. A exploração estética viria como sub-produto. Tanto é assim que os programas de pintura digital que permitiam acrescentar cor às

figuras dos desenhos animados tinham no *algoritmo de preenchimento de área* (representado pelo ícone do balde de tinta de qualquer programinha atual com o qual se clica numa área fechada para preenchê-la com cor) o núcleo de sua existência, graças a enorme economia de tempo que ele proporcionava ao se colorir as figuras no computador (Wallace, 1981:254).

A novidade do sistema montado por Mark Levoy na Cornell University em 1977 foi juntar a tecnologia de animação por *keyframe* num projeto que permitia a pintura das imagens em um ambiente gráfico que simulava digitalmente a câmara de múltiplos planos de Walt Disney (ver p. 66). O que permitia esta flexibilidade funcional era a organização dual de sua interface gráfica, com saída de vídeo vetorial como também por varredura (em monitores distintos). Este esquema foi a solução para obter resposta em tempo real – toda a fase de animação e composição das imagens ocorria sob formato vetorial. Após dar entrada nos desenhos através de mesa digitalizadora ou scanner óptico, os dados passam para a rotina de manipulação dos múltiplos planos, análoga em conceito a usada por Disney (Levoy, 1977:67). Uma câmara (ou observador imaginário) define a pirâmide de visão que é composta pelos planos onde ficam os desenhos que compõem a cena. A posição do observador imaginário podia ser alterada em qualquer direção e cada plano podia ser movido, rotacionado e graduado de maneira a estabelecer a correta relação de distância entre as imagens da composição, garantindo a precisão dos movimentos e a ilusão tridimensional. Concluída esta fase, a seqüência passava para o modo de varredura onde se aplicava a cor. A animação das cores por interpolação também era possível. E mesmo trabalhando basicamente com imagens em duas dimensões, o sistema podia combinar animação plana dentro de cenários tridimensionais num arranjo espacial por retro-projeção – cuja precisão perspectiva era assegurada pelos ajustes que o esquema de múltiplos planos oferecia.

A sofisticação do conceito de planos múltiplos constitui a base de respeitados sistemas profissionais da atualidade.



**Fig. 155** Sistema de animação baseado na técnica de múltiplos planos (MARK LEVOY, 1977). Em cima, menus para edição de planos e objetos; ao lado, figura colorida na abordagem por varredura do mesmo sistema. Todo processo baseado em interação visual.



Na animação 3D, apesar de poder lançar mão das recém-introduzidas técnicas de *keyframe* e esqueleto, os problemas envolvendo geração de dados, facilidade de uso dos sistemas e performance de *hardware* dificultavam seu emprego na arte. O uso ficava restrito aos desenvolvedores, com raras exceções.

É notável o esforço do grupo de pesquisa em computação gráfica da Ohio State University no sentido de contornar estes problemas, com a meta de construir sistemas que pudessem ser operados pelos artistas de maneira natural, como visto no programa desenvolvido por Richard Parent (1977:138-147). Mesmo tentando superar (em parte) o entrave da comunicação com a máquina por comandos de linguagem através do uso de dispositivos analógicos, o que seu sistema de modelagem (baseado em primitivas) consegue produzir, fica muito aquém de ambições artísticas. O mesmo sendo válido para o módulo de animação, chamado *Anima II*, descrito por Ronald Hackathorn (1977:54-64). De qualquer modo, vale destacar o trabalho de Charles Csuri, artista de formação, que enveredou pela computação gráfica nos seus primórdios e fundou este grupo de pesquisa na Ohio State University sob sua liderança, com vistosa produção tecnológica – além do sistema 3D *Anima* já citado, vale destacar o sistema de animação GRASS por Tom DeFanti e o sistema de animação por esqueleto SAS (este já nos anos 80), desenvolvido por David Zeltzer. Esta forma de cooperação entre artistas e técnicos contribuiu decisivamente para a evolução dos *softwares* gráficos (Auzenne, 1994:51; Kerlow, 1997:9).

Mas naquelas condições precárias de obtenção de gráficos tridimensionais no começo dos anos 70, a MAGI (Mathematical Applications Group, Inc.) se destacava como produtora pioneira de animação 3D, apresentando objetos de aparência sólida graças a um sistema próprio denominado *Synthavision* (Crow, 1978:13). Aqui a modelagem é feita com polígonos e fragmentos de superfície quadráticos – uma classe de superfície curva de segundo grau hábil à produção de modelos matemáticos não muito complexos, como cone, cilindro e esfera. Por meio de geometria combinatória (operadores booleanos E, OU, NÃO) se chega a forma desejada, plasticamente restrita a objetos demasiadamente regulares. A iluminação das superfícies era pelo método de traçado de raios, o que proporcionava o diferencial mercadológico (o estilo MAGI). As instruções para animação, controle de câmara e demais operações utilizava a linguagem proprietária chamada *Director*. Mas como reconhecia Hackathorn (1977:57), o sistema sofria de falta de interatividade, ainda funcionando através de cartões perfurados. Apenas o pessoal interno da companhia dominava este processo.

Por sua vez o New York Institute of Technology monta, em meados da década, o mais ambicioso projeto para desenvolvimento de tecnologia digital à serviço da animação computadorizada, trabalhando em paralelo com ferramentas 2D/3D e integrando equipes de animadores tradicionais com cientistas da computação (Morrison, 1994:42). Apesar do notório avanço técnico aí verificado em programas de pintura digital, algoritmos para interpolação de imagens, mapeamento de textura, etc., não há dúvida que o grande mérito do NYIT foi mesmo a reunião do mais competente e interessado grupo de especialistas em computação gráfica no mundo para atender a demanda por novos recursos do mercado de animação.

A MAGI já vinha colaborando com o estúdio Disney num processo chamado *Synthamotion*, capaz de aplicar visual 3D a desenhos feitos à mão, além de combinar figuras e cenários (Rivlin, 1986:90) Mas a Disney também atuava em parceria com a Universidade de Utah. E foi nesta universidade que Alexander Schure, dono do NYIT, adquiriu parte dos equipamentos e recrutou a parcela principal de seus cientistas – gente como Edwin Catmull (provavelmente o mais importante nome dos cientistas da computação gráfica para o segmento

da animação depois dos pioneiros da década de 60), Garland Stern, Lance Williams, James Clark, Malcolm Blanchard, James Blinn, entre outros.

Começava no NYIT a definição da computação gráfica enquanto ferramenta artística da maneira como a conhecemos hoje em dia.

### 3.1.6. Tecnologia Digital e Produção Artística

Chegamos ao momento de verificar a eficiência dos recursos digitais enquanto ferramentas para elaboração plástica na altura de seu desenvolvimento na década de 1970. A época não poderia ser mais propícia para testar a nova tecnologia. As artes visuais experimentavam uma fase de esgotamento generalizado após os excessos dos anos 60: as artes plásticas não tinha mais o que desconstruir ou chocar; os efeitos especiais do cinema pareciam ter atingido o limite com *2001: Uma Odisséia no Espaço* em 1968; e o cinema de animação em particular, depois da morte de Walt Disney em 1966, sentira a perda de seu mais proeminente representante e entrara em depressão. Já a televisão se encontrava em estado de graça ante o magnetismo que as cores recém-introduzidas exerciam sobre o público. Parecia o bastante.

Mas não seria ainda desta vez que o campo de provas iria ser tomado de assalto pela nova tecnologia. Entretanto, o poderoso *marketing* de fabricantes, produtores e teóricos da imagem despertaria o interesse precoce do público para os parques e rudimentares gráficos aramados fosforescentes, associando-os a um certo *visual high-tech* e enfim ajudando a indústria do entretenimento a solucionar o problema financeiro resultante do declínio contínuo da audiência nos cinemas (Jankel; Morton, 1984:110). As dificuldades técnicas e o custo altíssimo para obtenção de superfícies sólidas 3D restringiam o uso desses recursos para pouquíssimos comerciais de grandes companhias (sem efetivas contribuições estéticas). De seu lado, mesmo acompanhando com interesse a evolução técnica, os principais estúdios de animação continuavam esperando por um maior desenvolvimento do processo. Entre os artistas independentes, a pequena parcela com acesso aos recursos digitais alardeava (de forma muito organizada, com publicações de periódicos e realização de mostras) a vanguarda de sua “estética informacional”, quando na verdade aqueles gráficos apenas refletiam a limitação formal imposta por máquinas e programas precários. Restou ao pragmatismo dos donos de redes de televisão o melhor proveito do que a imagem computadorizada podia oferecer naquele momento.

Para comprovação das observações acima nada melhor do que uma revisão da produção visual do período com o que de mais ilustrativo foi realizado com técnicas digitais. Consideramos quatro áreas bem representativas: cinema (filmes de longametragem contendo sequência digital), televisão (vinhetas e comerciais), produção independente (ilustrações e filmes de curtametragem) e jogos eletrônicos. Como referência, inicialmente oferecemos um apanhado característico do alto padrão de qualidade artística do período através das duas principais vertentes do cinema de animação de longametragem realizado com técnicas tradicionais: Walt Disney e Ralph Bakshi.

Ainda que não contasse com o apelo de estórias memoráveis como *Branca de Neve* ou *Pinocchio*, a animação produzida através de métodos tradicionais na década de 1970, em termos de expressão artística continuava inalcançável ao mais sofisticado e caro aparato computadorizado existente.

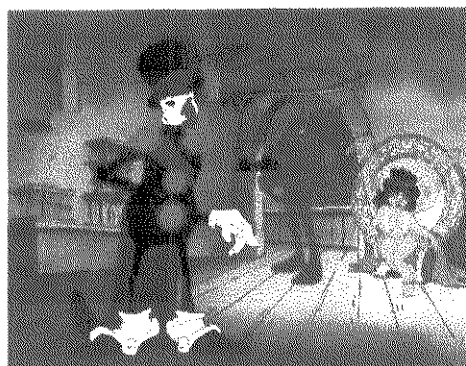
Um ótimo exemplo por parte da Disney é o lançamento de 1977, *The Rescuers*. Estão lá todos os elementos que bem caracterizam uma autêntica produção ao “estilo Disney”: história emocionante, soberba caracterização de personagens e animação estupenda. O filme foi um sucesso de público chegando a superar *Guerra nas Estrelas* (George Lucas) na Alemanha e França (Solomon, 1994:277). *The Rescuers* tem um significado especial por representar a transição entre a geração de animadores pioneiros do estúdio (os *Nove Veteranos*) e a safra de novos artistas, talentos do porte de Glen Keane e Don Bluth. As ilustrações abaixo (obra dos veteranos Frank Thomas e Milt Kahl) mostram as particularidades dos desenhos e trejeitos dos personagens, evidenciando fundamentos da animação na encenação – impossíveis de serem reproduzidos naquela década com a tecnologia de computação gráfica existente.



**Fig. 156** Walt Disney Studio. Toda a categoria na caracterização e encenação dos personagens Madame Medusa e Bernard nos traços dos mestres animadores MILT KAHL e FRANK THOMAS, respectivamente, em *The Rescuers* (1977).

Ralph Bakshi lançou, pouco depois de *Fritz The Cat*, o longa de animação *Heavy Traffic* na mesma linha de conteúdo escabroso e violento aliado a uma plástica vibrante e original, granjeando-lhe respeito entre especialistas e sucesso nas bilheterias. Sem descuidar da narrativa, nos seus filmes Bakshi dá vazão a um amplo repertório visual para o qual ele se vale de técnicas variadas (mistura animação com filme ao vivo, pintura, fotografia, rotoscopia) conquanto se consiga cristalizar sua visão pessoal. Isto acabou por gerar críticas de puristas que condenam o apoio excessivo em cenas ao vivo como recurso de animação. É uma questão discutível. A despeito disso, até esse momento nenhum outro produtor de animação (com exceção de Walt Disney) conseguiu emplacar sucessos consecutivos (Kanfer, 1997:205), com uma lista que ainda inclui filmes como *The Lord of the Rings*, *Wizards*, *American Pop*, etc.

Ninguém sai imune à experiência de assistir a um filme de Bakshi. Independente da impressão que fica quanto a abordagem dos seus temas, não há como deixar de reconhecer a originalidade de seu estilo “sujo”, desafiador, um casamento perfeito entre plástica e encenação na medida da intensidade de suas histórias.



**Fig. 157** Fotograma de *Wizards* (1977) que expressa a riqueza visual do universo fantástico de RALPH BAKSHI.



Ao comentar animações deste nível o discurso vai todo na direção de soluções puramente artísticas – a própria escolha da técnica (recorte, acetato, fotografia, etc.) é condicionada por este ponto de vista, já que busca o recurso mais adequado ao desejo expressivo. A conversa estaria centrada em definições formais, conteúdo e narrativa. Como veremos a seguir, ainda não vai ser possível este tipo de apreciação em material produzido com auxílio de técnica digital, de maneira geral, nos anos 70.

O trabalho que envolve computação gráfica no cinema em sua fase pioneira teria mesmo de ocorrer nos Estados Unidos. Os norte-americanos já detinham a supremacia na indústria do entretenimento, eram o maior mercado consumidor e comandavam o desenvolvimento da tecnologia digital.

Como os estúdios de animação não davam conta de ocupar o campo do cinema de fantasia, cineastas de filmes ao vivo como Steven Spielberg e George Lucas (professadamente amantes da animação que se dizem influenciados por este meio) passam a dominar esta vertente cinematográfica, com exigência crescente por efeitos especiais convincentes.

No caso do emprego da computação gráfica, nos anos 70 estes efeitos vão estar confinados em curtas seqüências claramente separadas das cenas envolvendo atores reais. Os primitivos gráficos digitais ficaram restritos aos painéis de instrumentos de aeronaves espaciais, laboratórios futuristas e visões alienígenas. Era a solução encontrada pelos diretores de arte e desenhistas de produção para fazer uso apropriado do que era possível utilizar em termos de imagem digital. Jankel e Morton (1984:111) ainda dão conta de que os cineastas solicitavam pela permanência das linhas ocultas nos gráficos aramados (que tanto trabalho rendeu aos cientistas para removê-los), pois enfatizava a aparência de imagem computadorizada – o que dava ibope, sendo ainda um exemplo correto da técnica a serviço da arte. Isto pode ser visto no primeiro *Guerra nas Estrelas* (George Lucas, 1977) exibindo alvos nos consoles dos caças espaciais.

Além da MAGI outras três firmas irão se destacar entre as primeiras *computer animation houses* na história da animação por computador: Robert Abel and Associates, Triple I (Information International Inc.) e Digital Effects. Uma das poucas a ganhar evidência fora dos Estados Unidos naquela época foi a Systems Simulation Ltd (Inglaterra) com seu trabalho para *Alien* (Ridley Scott, 1979), o primeiro filme da série, no qual a aterrissagem da nave era controlada por computador, cujo painel mostrava o terreno na forma de gráfico aramado, simulando uma abordagem futurista.

Um ponto em comum entre estas empresas é que todas trabalhavam com *softwares* proprietários, além de construir elas mesmas parte de seus equipamentos (Kerlow, 1996:7). Até porque não existia pacotes gráficos comerciais, tão comuns hoje em dia.

Outro ponto de convergência era a ênfase no *design*, apesar da forte base em tecnologia de ponta mesmo rudimentar para uso na arte. Tanto que, em três das companhias americanas o comando estava nas mãos de artistas, sendo os responsáveis pela montagem do negócio – John Whitney Jr. (mais Gary Demos) à frente do Motion Picture Project na Triple I, Robert Abel no comando de seus associados e Judson Rosebush na Digital Effects.

Dessas, os trabalhos mais elogiados serão da Triple I e Robert Abel – talvez por ainda partilharem um terceiro ponto em comum: ambas contaram com a colaboração do talentoso diretor de arte Richard Taylor.

Para não alongar a abordagem em cada área (um exemplo bem ilustrativo é o bastante para comprovarmos o estado da computação na arte), optamos por enfatizar o trabalho de apenas uma empresa com cinema.

Vamos avaliar o trabalho da Triple I, responsável pela primeira aplicação da computação gráfica digital em filmes de longametragem, cabendo tal distinção à produção pela MGM, em 1973, de *Westworld* (Auzenne, 1994:21). A animação computadorizada foi usada só para mostrar como se enxergava através dos olhos de um robô. E como fizeram isto? Apenas procedendo a “pixelização” da imagem – ou seja, aumentando o tamanho dos pixels por amostragem fotográfica, tirando uma média da intensidade e cores dos pixels. Em outras palavras, diminuiu a resolução da imagem, resultando em grandes quadrados de cor (ficando com aparência de mosaico) que não comprometiam o reconhecimento da imagem previamente conhecida, efetivamente apresentando um visual “mecânico”, artificial.

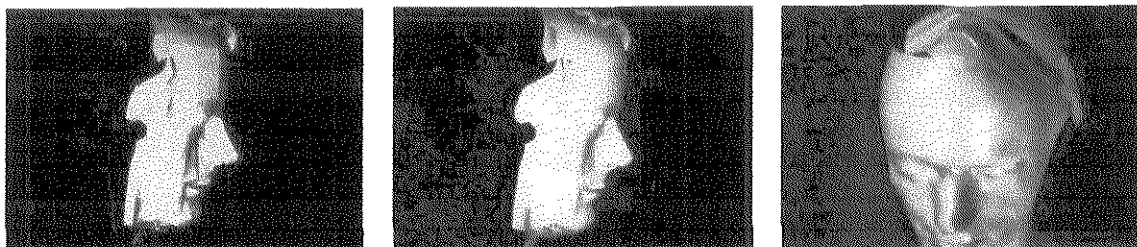
É outro exemplo de efeito especial bem utilizado com a tecnologia (então insatisfatória) sendo submetida ao critério artístico. Daí que este efeito explora um “defeito” (efeito indesejado) da imagem computadorizada baseada em pixel: o *aliasing*, a conhecida aparência de “escada” nos contornos curvos em telas de baixa resolução ou na ampliação das imagens. De novo os artistas demonstram como tirar vantagem da limitação tecnológica para fins expressivos (mesmo caso da manutenção das linhas ocultas citado anteriormente). E funcionou tão bem que logo vulgarizou-se. Nas palavras de Jankel e Morton (1984:111): “... na época em que foi produzido, este efeito representava uma visualização efetiva, dramática e estimulante da maneira como um robô enxergava”.

Mas a Triple I era reconhecida pela liderança tecnológica em gráficos de alta resolução para cinema, uma conquista e tanto para a época que em si justificava a contratação de seus serviços (Rivlin, 1986:231). Afinal, seu início remonta à 1962, quando originalmente construía gravadores programáveis para microfilmagem, sendo uma das primeiras firmas a comercializar máquinas capazes de gravar imagens computadorizadas em microfilme exibidas em monitores de vídeo de alta resolução. Fabricavam scanners digitais, processadores gráficos sob medida e *frame buffer* com mil linhas de definição.

Esta liderança fica patente no filme de 1976, *Futureworld* (dirigido por Richard Heffron), continuação de *Westworld* (filme de Michael Crichton), com duas cenas criadas pela Triple I: a materialização de três samurais (numa variação da técnica de “pixelização” envolvendo simples composição de cena) e a clonagem de um personagem (Crow, 1978:16). É interessante examinar esta última, pois constitui raro exemplo de superfície sólida 3D no cinema de longametragem daquela época.

O que temos é uma seqüência de quarenta segundos em que a cabeça de um personagem (o ator Peter Fonda) é reconstruída digitalmente. Os estágios da construção são apresentados lançando-se mão da iconografia dos vários modelos de exibição de imagens 3D então existentes: arame, superfície facetada, superfície suave opaca e superfície suave brilhante. Só a aparição das imagens, nada de encenação. No entanto o aparato e a complexidade para conseguir tal “realismo” era considerável. Envolvia a maquiagem do ator deixando a pele completamente branca, sobre a qual eram traçadas linhas de referência. O ator ficava sentado num suporte giratório, sendo fotografado simultaneamente por três câmaras dispostas em ângulos precisos de 45 graus. Ampliações destas fotos eram colocadas – três de cada vez – numa mesa digitalizadora para transferência dos dados topológicos à memória do computador, num processo laborioso feito à mão. Utilizando os complexos e recém-introduzidos algoritmos para ocultação de superfície e técnicas de iluminação, os detalhes da cabeça inicialmente indistinta eram gradualmente acrescentados até chegar no modelo brilhante semelhante a

plástico ou porcelana. A aparência era artificial, mas o suficiente para seduzir as platéias enfeitiçadas pela tecnologia, já que arte não havia quase nenhuma. Poderíamos bem dizer que “já vimos este filme antes” (há aproximadamente um século), e sabemos como esta história vai acabar.



**Fig. 158** *Futureworld* (1976). Estágios da reconstrução digital da cabeça do personagem do ator Peter Fonda.

Havia dois problemas fundamentais para a aplicação da tecnologia digital em cinema. O primeiro era mesmo a crueza dos recursos de *hardware* e *software*. Depois faltava gente com experiência em produção cinematográfica; não produtores de comerciais ou curtas seqüências de efeitos, mas alguém com credenciais genuínas de um cineasta que dirigisse o uso da tecnologia integrada a estrutura artística da obra, evitando o espetáculo gratuito.

O indivíduo que proporcionou esta condição especial para a exploração da tecnologia digital no cinema foi George Lucas. O bem sucedido criador da série *Guerra nas Estrelas* (*Star Wars*) tinha objetivos artísticos reais e bem definidos, além de já ter provado competência como contador de estória – exatamente o que faltava para uma leva de extraordinários pesquisadores que vinham apresentando conquistas técnicas em seqüência na computação gráfica mas não sabiam dar-lhe utilidade expressiva.

George Lucas percebera o quanto a computação poderia ser útil no tipo de cinema que ele realizava – retomando o caminho da magia perdida na tela grande. Certificou-se que a tecnologia digital era capaz de oferecer nível realístico de imagem ao verificar o material produzido pela Triple I para o episódio seguinte de *Guerra nas Estrelas*: *O Império Contra-Ataca* (uma seqüência de combate entre caças espaciais). Desfez o acordo com a Triple I e tomou a decisão de montar seu próprio departamento de computação gráfica na sua produtora Lucasfilm. Surgia assim, em 1979, a firma de George Lucas para produção de efeitos especiais Industrial Light and Magic, vista por muitos como o principal acontecimento na história da computação gráfica (Morrison, 1994:46). Com esta decisão, Lucas dava rumo as investigações mais sofisticadas empreendidas no âmbito da imagem digital.

Dispondo de dinheiro farto advindo do sucesso de *Guerra nas Estrelas*, foi seu desejo montar esta empresa com as melhores cabeças do mundo da computação gráfica. Não foi difícil localizá-los: estavam quase todos no New York Institute of Technology – que em realidade tinha, por parte de seu tutor Alexander Schure, o mesmo espírito de direcionamento tecnológico para a arte. Mas lhe faltava justamente a base artística. Nas palavras de Alvy Ray Smith, “nós percebemos que ele (Alex Schure) não tinha realmente os requisitos necessários para fazer um filme” (Morrison, 1994:45).

Procedendo como Schure na contratação dos pesquisadores, Lucas primeiro conseguiu a adesão de Edwin Catmull ao seu projeto, sendo rapidamente acompanhado por Alvy Ray Smith e então por uma boa parcela dos principais nomes do NYIT, agregando ainda figuras brilhantes vindas de outros lugares. A unidade deste grupo liderado por Catmull garantia a

coesão de princípios que o mantinha firme no propósito de desenvolver a nova tecnologia para usufruto da arte. Afinal, tinham paixão pela arte, embora faltasse talento para empreender carreira como artistas. Catmull já falou várias vezes de sua frustração por não ter talento para o desenho, o que atrapalhou seus planos de ser animador (Burrows; Grover, 1998:55), compensando com seu trabalho em computação gráfica em prol dos animadores. Esta cooperação entre cientistas e artistas na computação gráfica terá seu ponto alto com a chegada a Lucasfilm do animador John Lasseter, em 1984, vindo da Disney. Uma citação de Catmull no livro de Morrison (1994:46) é reveladora da transformação que seria operada na computação gráfica com a entrada de George Lucas nesta área:

“De fato tínhamos um destacado grupo de pessoas talentosas no NYIT dedicado a pesquisa e desenvolvimento para animação. Estávamos estabelecidos há bastante tempo. Entretanto, o principal objetivo era fazer um longametragem, e para fazer isso você tem de reunir um punhado de diferentes habilidades: artística, editorial, etc. Infelizmente o diretor da instituição (Alex Schure) não entende disso. Eles apreciavam a capacidade técnica que nós tínhamos, mas no sentido de produzir um longametragem nós tínhamos de ter outro tipo de pessoa lá, gente de cinema, exatamente o que não havia no NYIT. Nós fazíamos pesquisa e desenvolvimento, mas não atingíamos nosso objetivo só com isso. Então, quando Lucas apareceu e provou que tinha aquele tipo de capacidade que nos faltava dizendo ‘Eu quero ampliar o desenvolvimento da computação gráfica’, nós nos atiramos sobre este convite”.

Portanto, teremos de esperar pela década de 1980 para realmente apreciar arte com qualidade feita digitalmente para o cinema.

A situação já melhorava na televisão dos últimos anos da década de 1970. Não que fôssemos encontrar cenas mais sofisticadas do ponto de vista tecnológico, mas a dinâmica da TV acabava por aproximá-la dos artistas no desejo por sistemas digitais ágeis e fáceis de operar, resultando em trabalhos mais simples mas também mais diretos e autênticos.

As redes de televisão e os anunciantes tinham cacife para bancar o desenvolvimento desses sistemas para atender necessidades específicas, e de fato o fizeram – o que não impedia o desfrute dos serviços daquelas produtoras responsáveis pelos comentados efeitos no cinema, seja na confecção de comerciais, vinhetas ou efeitos especiais em programas nobres.

A voraz dependência de imagens por parte da televisão encontrava na computação gráfica um auxiliar valioso. Transmissões ao vivo freqüentemente necessitam de apoio gráfico e mesmo trabalhos pré-produzidos são rapidamente substituídos na ânsia de atender a expectativa do público por novidade. O computador era a garantia da eficiência necessária ao ritmo puxado da programação diária, permitindo ao artista tanto multiplicar sua produção quanto criar imagens de melhor qualidade – e isto não seria possível se os sistemas fossem lentos e difíceis de operar. Foi justamente a superação destes entraves que despertou o interesse dos empresários da televisão, tomando para si parte da responsabilidade pelo melhoramento da tecnologia.

O sistema Superpaint, de Richard Shoup, era a referência. Não foi por outro motivo que Shoup foi agraciado, em 1983, com o prêmio Emmy – a mais importante condecoração da TV norte-americana (Hiltzik, 1999:241). Em 1976 ele produziu títulos e efeitos usados como parte de uma transmissão ao vivo, sendo os primeiros gráficos digitais apresentados na TV nesta

condição. Em 1978, desta vez com o auxílio do diretor de arte Damon Rarey, Shoup faria a demonstração que consagraria sua invenção. Ele havia sido convidado pela NASA (a agência espacial norteamericana) para produzir animações que proporcionasse ao público a compreensão da missão da nave Pioneer ao planeta Vênus, já que as imagens enviadas pela nave não serviam a este propósito. Shoup instalou o Superpaint no centro de pesquisa da NASA, e na medida que ia sendo abastecido com os dados vindos da Pioneer, Rarey criava pinturas instantâneas, que combinadas com material feito antecipadamente gerava animações imediatas. A imprensa, que ocupava uma dependência ao lado, pegava as imagens e distribuía pelas TVs de todo o mundo. Pouco depois, Shoup saiu da Xerox e fundou a Aurora Systems com Damon Rarey. Juntos desenvolveram um novo sistema para pintura e animação digital que esteve entre os mais bem aceitos produtos gráficos destinados a indústria da televisão.

Trabalho semelhante àquele com a nave Pioneer foi o executado no mesmo ano de 1978 pelo artista Leroy Neimann, com suas pinturas ao vivo durante a transmissão pela rede de televisão CBS das partidas do campeonato nacional de futebol americano. A rede CBS e a Ampex Corporation compraram, em 1976, o software *Paint* que Alvy Ray Smith desenvolvera no New York Institute of Technology (Smith, 1997:7) a partir de sua experiência com o Superpaint na Xerox. Engenheiros da Ampex expandiram a memória de pixel, originalmente de 8 bits, sendo este sistema aperfeiçoado o usado por Leroy Neimann, então já com o nome comercial de AVA (Ampex Video Art). Neimann o utilizou numa transmissão ao vivo pela primeira vez em janeiro de 1978 (Rivlin, 1986:82). Ele fazia pinturas digitais sobre imagens capturadas da partida que mais lhe atraíam, integradas eletronicamente poucos minutos depois no contexto da transmissão em andamento. A Ampex iniciou a comercialização do sistema AVA em seguida, a um preço de US\$ 250.000,00 em 1980 (aproximadamente um milhão de dólares corrigido para os dias atuais). Vendeu cinco unidades desta primeira versão.

Para a média do mercado de televisão este valor era ainda muito elevado – e olha que estamos falando da indústria de entretenimento nos Estados Unidos. Com toda a mistificação por parte de fabricantes de equipamentos e produtores de comerciais em torno da aura da tecnologia digital, os produtores de TV insistiam em ferramentas mais baratas e ricas em recursos. Estando na ponta do consumo (onde atuam os artistas na preparação do material que mais importa para uma emissora – titulação, logos e efeitos de vídeo), em estreito contato com o público, logo percebiam a saturação que gráficos oriundos de mero processo técnico causavam. Sem desconsiderar a importância que a novidade representa para um setor que vive das surpresas do dia-a-dia, entendiam que o grande trunfo da comunicação visual era uma questão de *design*, de ARTE. E assim os segmentos do mercado de imagem iam enxergando a verdadeira natureza da computação gráfica e o lugar dos desenvolvedores da tecnologia: apenas mais uma técnica (poderosa, versátil, dinâmica) que a ciência/tecnologia deveria aprimorar de maneira a servir aos artistas – estes, por sua vez, orientando a ciência no desenvolvimento da tecnologia.

Quanto a animação independente que a partir de agora nos referimos, trata-se apenas da parcela de artistas que abraçaram a nova tecnologia em primeira hora. Há que se registrar o mérito desses artistas em se colocarem tão prontamente a serviço de experiências com ferramentas expressivas de maneira a orientar os desenvolvedores de *hardware* e *software*. Foi muito importante esta colaboração.

Já em relação a qualidade da arte produzida neste segmento, a despeito da estridência de seus representantes, não se verifica nenhum avanço considerável em relação ao que podia ser feito nos anos 60. A maior evidência neste sentido é a indiferenciação entre boa parte das imagens e filmes produzidos por cientistas como resultado de pesquisas tecnológicas (sem maiores intenções artísticas) e aquelas criadas por artistas sinceramente preocupados em dotá-las de um apelo estético superior. Esta situação vai se estender até meados dos anos 80, levando consigo a polêmica imatura que indagava onde precisamente a arte estava localizada: no programa (*software*) ou no produto com ele gerado? (Jankel; Morton, 1984:80).

É compreensível que tenha ocorrido esta discussão. Afinal, um determinado algoritmo para modelagem luminosa de superfície, tinindo de novo no laboratório, produzia aquela versão sintética de uma simples pirâmide (por exemplo) em sua “espetacular” aparência de plástico reluzente. Mas este algoritmo só fazia isto mesmo. Para construir o modelo da pirâmide a ser iluminada havia de lançar mão de outro algoritmo – invariavelmente difícil de ser implementado. Na estreiteza de operação que a tecnologia então oferecia, o artista ficava demasiadamente preso ao que o algoritmo permitia. Como esses artistas (autodenominados de vanguarda) não possuíam habilidades tradicionais de desenho e pintura e estavam ideologicamente limitados a uma visão reducionista da estética (estética informacional, lógica, matemática), acabavam subjugados pela ferramenta digital, dando-se por satisfeitos em trabalhar com algoritmos plasticamente mais simples que ofereciam uma margem mais generosa (não tanto) em termos de manipulação formal. O que significava, quase sempre, ficar confinado a gráficos aramados rigidamente poligonais com a alternativa (endeusada) de proceder a computação serial dos elementos geométricos cuja controlada aleatoriedade era motivo de vasta e exaltada elaboração teórica. A arte só teve a perder com isso; e com este encaminhamento – de estreiteza e sujeição – o resultado da polêmica é que a arte não estava nem no programa (porque enquanto programa não temos formulação plástica nenhuma) nem na imagem resultante (por carecer de criatividade e expressão artística).

Mas esses artistas, talvez por não terem a clareza do sentido da arte, do que pudesse ser arte, partiram para a confecção de seus próprios programas, achando que assim não restaria dúvida de que eram artistas – onde quer que a arte estivesse. Na dúvida eles se garantiam. Esta tendência persiste até hoje, raramente contribuindo com algo efetivamente significativo quer para a arte ou para a programação de *softwares*.

Um autêntico representante daquele grupo na produção de imagens estáticas era Manfred Mohr. Esse artista é dos poucos que nos oferece uma mostra de autêntica pesquisa estética. Apesar do autoconfinamento a formas lineares, seu trabalho desperta uma certa curiosidade compositiva no espectador, que reconhece a engenhosidade das variações formais. Mas não empolga, aferrada que é a constrangedoras determinações lógicas – ainda que atendendo a um arranjo aleatório.

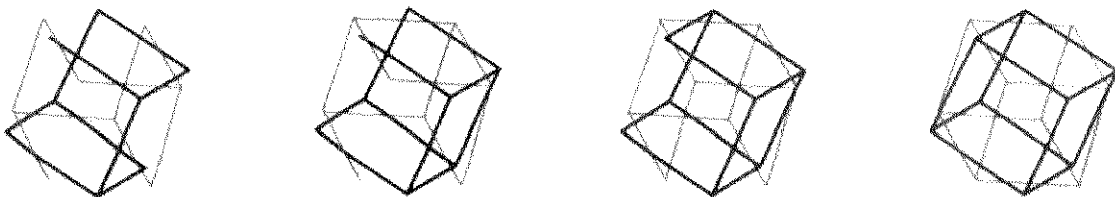


Fig. 159 MANFRED MOHR. P193B, da série *Signs and Co-Signs* (1978).

É quase certo que o relativo sucesso de Mohr esteja na não dependência do computador quanto ao seu objetivo e processo criativo. De fato sua abordagem artística antecede o uso do computador (Spalter, 1999:21), embora fosse evidente a vantagem do seu emprego em tal linha de investigação estética que pouco exigia em recursos de *hardware* e *software*.

Entretanto, imaginar a almejada principal tendência da produção artística visual de uma época condicionada por princípios desta natureza – e apenas porque naquele momento se adequava ao nível precário da tecnologia digital – seria realmente absurdo. Mas era o que o exclusivo grupo de artistas de “vanguarda”, com acesso aos difíceis computadores da época, pregava enfaticamente.

Agora, se ao invés desse exagero, e olhando para estas produções alternativas ao circuito profissional da arte como valiosos experimentos visuais de apoio ao desenvolvimento de ferramentas digitais – portanto não encaradas como formulações artísticas acabadas – então enxergamos o verdadeiro valor destas contribuições. Quando se tem este entendimento até damos mais crédito a tais produções.

Senão, como apreciar as imagens e filmes animados realizados no começo dos anos 70 pela dupla Lillian Schwartz (artista) e Kenneth Knowlton (cientista) no Bell Laboratories? Se encararmos como pura arte ficamos com uma sensação de angústia, como se o anunciado não tivesse acontecido. Mas quando consideramos a experiência inusitada da manipulação digital de elementos de imagem (pixels) através do aprimoramento para usufruto artístico de linguagem de computador, neste caso não resta dúvida que estamos diante de um grande feito técnico (parte importante do processo que leva à criação da obra de arte). O artista está ali para conduzir o trato com a forma (em termos de definição e implementação), dando autenticidade a uma pesquisa que afinal se destina aos artistas.

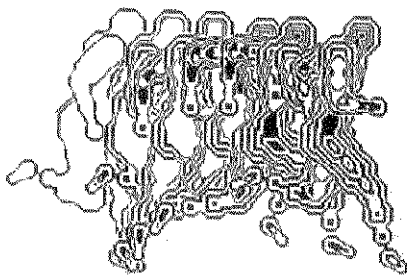


Fig. 160 LILLIAN SCHWARTZ e KENNETH KNOWLTON. Frame de *Olympiad* (1971).

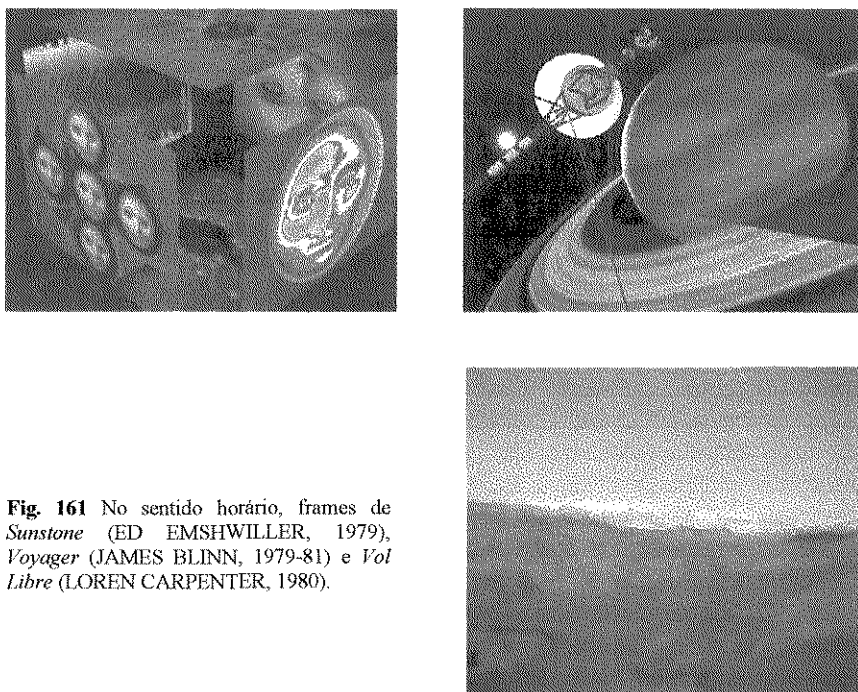
É por esta ótica que três produções do final da década de 1970 emergem como grandes marcos para a computação gráfica: *Sunstone*, do artista Ed Emshwiller em parceria com os cientistas Alvy Ray Smith, Lance Williams e Garland Stern no New York Institute of Technology; *Vol Libre*, do cientista Loren Carpenter na empresa de aviação Boeing Aerospace; e *Voyager I e II*, do cientista James Blinn no Jet Propulsion Laboratory da NASA. Das três, a primeira é a única com objetivo declaradamente expressivo, e em boa medida cumpre o pretendido. O problema é que o filme, apesar de visualmente muito bonito, não consegue superar completamente a sensação de exercício tecnológico – uma vitrine para os sistemas de pintura digital, animação e mapeamento de textura do NYIT, que efetivamente dava provas de liderança no domínio digital da imagem.

A curtinha animação de Loren Carpenter não passa de um sobrevôo sobre íngremes montanhas, apresentando baixa definição de imagem mas o suficiente para percebermos o alto realismo das paisagens. Até aí nada de mais, até sabermos que aquelas montanhas eram a primeira demonstração em filme do uso de fractais. Carpenter realizou o filme com o único



propósito de impressionar os cientistas do recém-fundado departamento de computação gráfica da Lucasfilm, que de imediato reconheceram seu talento técnico convidando-o para trabalhar na empresa do cineasta George Lucas (Morrison, 1994:48).

Também o realismo era o trunfo das animações da nave Voyager realizadas pelo grupo liderado por James Blinn na NASA, visando simular a missão de exploração espacial a ser executada por esta nave. A modelagem é muito bem feita (foram usadas simples equações paramétricas de segunda ordem) e a animação é fluida (lembra a suavidade e precisão do trabalho pioneiro de Zajac no começo dos anos 60). Mas o destaque fica mesmo para a formidável demonstração de realismo proporcionado pelo mapeamento de textura, no qual, para simular planetas como Saturno, Júpiter e Urano, se recobriu esferas com fotografias dos planetas reais obtidas por radiotelescópio (Rivlin, 1986:229).



**Fig. 161** No sentido horário, frames de *Sunstone* (ED EMSHWILLER, 1979), *Voyager* (JAMES BLINN, 1979-81) e *Vol Libre* (LOREN CARPENTER, 1980).

A computação gráfica estava próxima do momento em que começaria a permitir a emergência da expressão, após cumprir a necessária jornada rumo ao domínio do real. De preferência da maneira mais simples e barata possível.

Era chegada a hora, como disse o pioneiro da animação computadorizada Marcell Wein (Auzenne, 1994:116), do retorno dos cientistas aos laboratórios. A confusão instaurada entre arte/ciência nestas duas primeiras décadas fundamentais à computação gráfica ocorreu (também) em função da presença desses cientistas na mídia no momento inicial da novidade. Tendo superado a fase crítica do desenvolvimento da tecnologia, a distinção entre atividade artística e técnico/científica começaria a ficar evidente, com os artistas assumindo de vez o controle da aplicação criativa dos recursos gráficos digitais.

Ao tratarmos agora do segmento de produção de jogos eletrônicos na década de 1970 obviamente não é por motivo de ordem artística/visual. A preocupação pela resposta em tempo real a uma ação do usuário requeria maior atenção da parte dos projetistas do que a questão visual. É o mesmo problema observado na viabilização dos simuladores de vôo profissionais

da época. No entanto, como os simuladores de voo, os jogos eletrônicos sempre estiveram a exigir tecnologia de ponta para seu funcionamento – e na medida que a evolução técnica proporcionava solução para os aspectos mais urgentes, aos poucos a atenção dos artistas se voltava para enredos mais elaborados e visual mais caprichado.

Mas além da vertente plástica dos jogos, esta área do entretenimento tinha seu fundamento naquela que é uma das mais revolucionárias características da tecnologia digital: a interação. Juntando tudo, enredo, personagens, cenários e a participação interativa do usuário, não há dúvida que temos um universo expressivo completamente novo a ser explorado pelos artistas. Nos jogos eletrônicos o conceito de realidade virtual se manifesta em sua forma mais autêntica. Não à toa esta idéia remete ao outro vigoroso conceito encontrado na computação: a simulação. E o que são os jogos eletrônicos se não simulações de um tipo ou outro, quer de uma situação da vida real (como uma partida de ping-pong, uma corrida de automóveis ou o controle de uma aeronave), quer de uma fantasia (como a invasão de alienígenas espaciais ou a magia dos druidas).

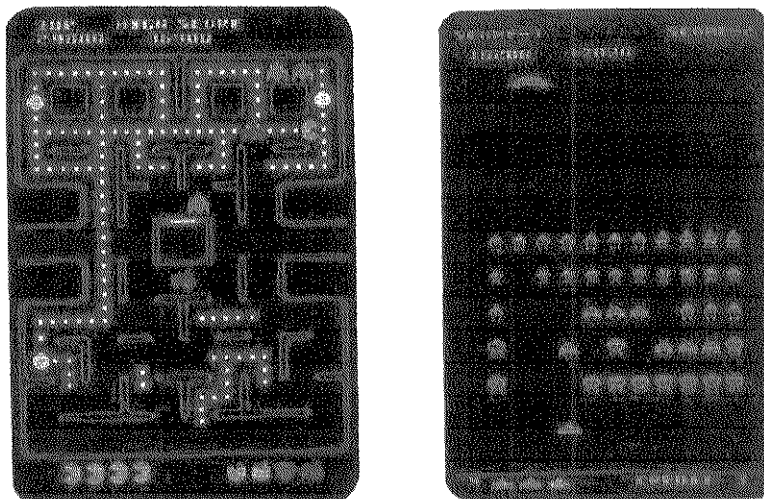
O jogo está longe de ser uma novidade. Antecede a civilização, está na raiz da cultura e existe mesmo antes dela, como também não é uma prerrogativa dos seres humanos – os animais têm na brincadeira um efetivo ritual de preparação para a sobrevivência na vida adulta, embora não exista dúvida de que também experimentam um evidente prazer neste divertimento. O mesmo se aplica ao homem, e a maior prova é a desenvoltura, ao lidar com computadores, demonstrada pelas primeiras gerações de crianças que cresceram ao sabor dos jogos eletrônicos.

Quando Nolan Kay Bushnell (mais um expoente saído da Universidade de Utah) inventou o jogo *Pong* e o comercializou através de sua empresa Atari em 1972, ele não apenas se colocou como precursor da hoje poderosa indústria dos jogos eletrônicos, mas detonou um fenômeno social cujas conseqüências para a arte serão profundas. Sim, porque, apesar da disseminação atual desta mídia, o público com acesso a computadores em países desenvolvidos e em desenvolvimento se resume a uma pequena percentagem da população. A tecnologia ainda está em franco desenvolvimento, o preço de jogos e equipamentos continuam elevados, a distribuição é precária e a própria concepção dos jogos segue padrões anteriores ao advento da eletrônica. Tecnicamente ainda nos preocupamos com definição de imagem ao elaborarmos jogos e a imersão virtual 3D (um acontecimento e tanto) continua esperando melhores condições para ser disseminada. Por sua vez a rede mundial de computadores – Internet – que se firma como universo paralelo, aparece como solução definitiva para acesso garantido ao material disponível, embora também esteja em fase de ampliação da capacidade de transmissão.

Enquanto se espera funcionamento pleno dos recursos técnicos, os artistas ganham tempo na familiarização com este meio, oportunidade em que poderão melhor definir suas características conceituais, estabelecer um sistema de conhecimentos específico e então seguir para uma exploração expressiva nos limites da imaginação.

Mas tal é a dinâmica do mercado de jogos eletrônicos que tem em si mesmo uma das principais forças impulsionadoras do rápido movimento em direção a superação destes obstáculos. Este efeito foi sentido na própria década de 1970. Naquela época gráficos computadorizados apareceram em microcomputadores graças aos jogos, que mais do que planilhas e processadores de texto influenciaram a emergência do mercado doméstico para estas máquinas (Microcomputador: Curso Básico, 1987:22), fenômeno que se repetiu no começo da década de 90 com a incorporação nos micros de aparatos multimídia como placas de som e vídeo 3D, intensificado atualmente com a onda da Internet. A tecnologia de vídeo,

necessidade de processamento rápido e grande capacidade de memória, avançava depressa na medida que os usuários demandavam jogos mais rápidos com visual mais estimulante. Na mudança para processadores de 16 bits, os fabricantes de jogos eletrônicos estavam à frente desse movimento, estando entre os primeiros clientes de tais *chips*, como o Motorola 68000 e o Intel 8086 (Microcomputador: Curso Básico, 1987:222). Todo este alvoroço para ter acesso ao fenômeno eletrônico de 1978, *Space Invaders*, sinônimo de jogo para computador por muito tempo. Mesmo em preto e branco, como o *Pong*, apresentava, porém, formas e movimentos bem mais elaborados, vindo a ser superado apenas nos anos 80. Pela simplicidade do design e nível tecnológico existente, muito havia que ser feito nesta área.



**Fig. 162** Telas de videogames típicas da passagem entre os anos 70/80 baseadas no uso de *sprites*. À direita vemos o *Space Invaders* estreando visual colorido.

Agora que atravessamos a década de 1970 e dispomos de informação suficiente, convém avaliarmos algumas questões fundamentais que caracterizam o trabalho de formulação plástica envolvendo técnicas de computação gráfica. Considerando os recursos que despontaram naquela década (ainda que de uso restrito à condições de laboratório) e a percepção da generalização do emprego da informática, é possível relacionar aspectos que se encontram na base da controvérsia envolvendo arte, ciência e tecnologia em condições de uma abordagem crítica consistente.

Acreditamos que os cinco tópicos abaixo relacionados esclarecem as dúvidas mais comumente encontradas em conversas e textos que tratam de computação gráfica.

. *Tecnologia promissora mas imatura*: este primeiro tópico é especialmente válido para as décadas já estudadas, o que não quer dizer que atingimos um estágio maduro na atualidade. Algumas daquelas técnicas são hoje implementadas com mais facilidade e a menores custos, no entanto persistem problemas de definição de imagem, velocidade de processamento e, principalmente, projeto de *hardware* e interface — o que implica em completa reformulação tecnológica. Isto significa uma mudança na concepção do computador e conseqüente postura do usuário. O estúdio de arte pode e deve se transferir por completo para o domínio virtual eletrônico, oferecendo naturalidade e flexibilidade de criação em acordo com a expandida percepção da existência.

Mas a realidade nos anos 70 tinha a forma de máquinas grandes, lentas, caras e de uso ainda não muito fácil, sem esquecer de mencionar a impossibilidade da expressão autêntica e variada do estilo dos artistas. Em sua avaliação dos sistemas para animação 3D em meados da

década, Csuri (1975:94) informa que apenas no final de 1974 vai existir conjuntos com superfície visível em condições razoavelmente operacionais. A descrição dos equipamentos de ponta que compunham o laboratório de computação gráfica da Cornell University em 1977 (Greenberg, 1977:90,94), a um custo de milhões de dólares em valores atuais, embora contando com poucos 96KB de memória principal (hoje um micro de linha padrão sai de fábrica com no mínimo 32 MB), resolução de vídeo de 512 X 512 em 8 bits de profundidade de pixel e oferecendo interação gráfica dinâmica somente no formato vetorial, ilustra bem a dificuldade de se fazer arte com recursos digitais naquela época. No mesmo texto (p. 94) Greenberg enfatiza que gráficos verdadeiramente interativos ainda não eram econômicos em 1977. Dispondo de recursos semelhantes pela mesma época na Utah University e New York Institute of Technology, James Blinn (1977:547) obtinha o *render* do mapeamento de textura de um prosaico modelo de chaleira no demorado tempo de vinte e oito minutos! Seria demais esperar que animadores experientes abraçassem com euforia a nova tecnologia num período de enorme dificuldade de implementação das técnicas recém-descobertas. O *hardware* era lento para tratar com algoritmos tão complexos e por sua vez esses algoritmos necessitavam de refinamento na estrutura de seu código de modo a tornarem-se eficientes para uso prático. As técnicas de modelagem estavam associadas a procedimentos mecânicos, rígidos. Além de não se deixarem operar com a facilidade desejada (devido a própria crueza dos algoritmos e precariedade do *hardware*), para trabalhos artísticos expressivos a liberdade plástica era quase completamente tolhida. Motivos que impediram o aparecimento de criações de valor para a arte feita digitalmente na década de 70.

Isto explica, em parte, ainda não termos observado, na atualidade, uma arte original vinda exclusivamente do ambiente digital, já que continuamos a empregar muitos daqueles métodos de modelagem desenvolvidos nos anos 70 (embora tenham sido bastante aperfeiçoados e atualmente contamos com hardware infinitamente superior).

. *Busca da eficiência/facilidade de uso*: deve ser entendida como a eliminação de qualquer obstáculo entre o artista e a manipulação direta dos elementos de sintaxe plástica, condição essencial para a emergência da expressão visual autêntica. Em outras palavras, suprimir, na fase de entrada dos dados, o contato com códigos matemáticos e linguagem de programação por digitação de comandos, obtendo na saída resposta em tempo real.

Desde cedo a computação esteve norteadada nesta direção, único caminho que a viabilizaria enquanto recurso produtivo. Para que existisse arte computadorizada esta questão deveria estar resolvida – na proporção que aparecia soluções de *hardware* e *software* a arte era cada vez mais evidenciada.

Havia uma preocupação generalizada a esse respeito por parte dos cientistas engajados no desenvolvimento de ferramentas digitais para atender as necessidades das artes visuais. O sucesso podia ser medido pelo grau de satisfação e nível artístico das imagens obtidas pelos artistas.

No trabalho seminal de Steven Coons (1967:1,4) que descreve o emprego de fragmentos de superfície curvos na modelagem tridimensional, ele enfatiza a naturalidade e facilidade de uso experimentada pelo artista no desenho através do computador, para quem os detalhes matemáticos internos aos modelos geométricos não deve ser sua preocupação – o computador que tem de assumir esta tarefa, dando liberdade e auxiliando o artista na construção plástica.

Já no texto de Ronald Hackathorn (1977:55) o quesito “eficiência” é classificado como um dos três fatores determinantes para a performance geral de qualquer sistema de animação computadorizado – os outros são capacidade e qualidade de imagem. A citação que ele usa para definir eficiência é muito esclarecedora: “a habilidade de produzir sem desperdício”; quer

diga respeito ao tempo da máquina quer ao tempo do animador – que num sistema de animação implica em facilidade de uso e resposta rápida. Numa afirmação irretocável, ele considera ineficiente o sistema para o qual um animador experiente tem de ser retreinado em matemática e/ou programação de computador para aplicar seus conhecimentos de cor, forma, composição, ritmo, mecânica e encenação. Está na liberdade de atuação do artista pertinente ao seu universo de ação a medida que baliza a eficiência dos recursos de computação para trabalhos de criação visual.

. *A computação gráfica não recria a natureza*: se desejamos recriar a natureza devemos nos valer da biotecnologia, que utiliza os mesmos ingredientes. Esta é uma prerrogativa das ciências da natureza. Por princípio está impedido à computação gráfica tal capacidade – afinal, o universo é analógico e sua estrutura é infinitamente mais diversificada e complexa. Se extrapolarmos a idéia de mundo para além da realidade física (civilização, espírito), aí é que a coisa fica difícil para uma abordagem rigorosamente lógica.

Mas as coisas e fenômenos da natureza podem ser formalizados matematicamente; e a precisão desta linguagem permite a elaboração de modelos que imita o mundo real. Apenas isto – o que é bastante, diga-se de passagem. Entretanto, em relação a imagem, temos a pintura e a fotografia que também são capazes de simular a realidade. Se ficarmos só naquilo que estamos vendo (uma mesma paisagem pintada em óleo sobre tela, fotografada e modelada digitalmente), então não há grande diferença entre estes meios.

Porém, ao considerarmos o processo, a fotografia é excluída pois funciona através de registro direto, ao passo que a pintura e a computação (modelagem 3D, pintura digital) geram imagens por descrição. Existe pois uma analogia entre o modelo matemático, quantificado pormenorizadamente na memória do computador e seu equivalente na memória do artista pintor. A representação tridimensional no cérebro do pintor é instantânea, mas ele só pode proceder a correções no momento que transfere esta informação para o suporte. No caso de suportes tradicionais (papel, tela, madeira) a expressão é fiel. Quando o computador entra em cena ocorre um fenômeno fantástico: o artista pode corrigir a representação visual ainda na memória – não mais na sua, mas na memória da máquina, para onde ele transfere seu modelo. Aí o estilo é que ainda fica um pouco comprometido (apenas uma questão de tempo para a tecnologia encontrar solução).

A união da memória ativa (criativa) do artista com a memória passiva (responsiva) da máquina, introduz uma condição completamente renovadora no que diz respeito a concepção visual. Esta percepção até estava presente nos anos 70, mas ali os entraves da técnica dificultavam o “entendimento”, por parte da máquina, das intenções plásticas do artista. O artista projeta seu modelo mental 3D para um suporte ortodoxo da maneira como ele o visualiza, desenhando em esboço. Isto que lhe é extremamente natural configurou um dos principais desafios para os cientistas: habilitar o computador a inferir quando partes de um objeto se encontra por trás de outras. Os algoritmos para eliminação de linhas e superfícies ocultas evoluíram bastante, mas o artista tem ainda de sujeitar-se a uma abordagem mecânica para modelar no ambiente virtual 3D de forma que a máquina reconheça as coordenadas de dados visuais. O artista ainda não pode esboçar livremente e ser “entendido” pela máquina no espaço 3D – que teria de inferir a existência de partes ocultas não desenhadas de uma figura.

Portanto, a ciência tem muito trabalho pela frente. E com certeza não será por recriação do raciocínio humano que um computador será abastecido com esta habilidade, mas através de uma estratégia de simulação. Como disse Edwin Catmull (1978:348), este é um problema extremamente difícil que compete ao ramo da “inteligência artificial”.

. *Diferença entre arte e ciência*: acreditamos já ter esclarecido, ao longo do capítulo I, as diferenças entre fazer arte e fazer ciência. Chegamos a conclusão de que, ao perseguir objetivos diferentes, embora se valendo de ferramentas comuns (intelectuais e materiais), facilmente distinguimos o que é arte e o que é ciência.

Mas esta necessidade de diferenciação, em vista de equívocos prejudiciais recentes, não deve levar o leitor a opor arte e ciência. Agora posso dizer que todo artista tem um tanto de cientista e vice-versa. Mais que tudo, após os avanços da computação gráfica nos anos 70 era chegada a hora de reunir as partes fragmentadas pela era moderna. Após a Revolução Industrial a arte tivera ganhos imensuráveis semelhantes àqueles da ciência/tecnologia. Só que para isso também procedeu à cisão entre fé e razão – positiva (porque adequada) durante um determinado período histórico. O cúmulo – e o esgotamento – deste partido na arte foi o esvaziamento das vanguardas nos moldes estabelecidos e a estreiteza estéril da autodenominada estética informacional nos anos 60/70. Técnica, racionalidade, sofisticação, estava tudo associado a computação gráfica e seus cientistas, que até aquele momento impressionavam por si (em certa medida ainda continuamos a nos empolgar com novidades técnicas digitais), suprimindo, melhor que aquelas pretensas formulações conceituais vanguardistas, a carência do público por um referencial estético que traduzisse o estado de confusão social e espiritual ainda experimentado. As imaculadas imagens sintéticas ao mesmo tempo proporcionavam pavor (uma força desconhecida que surgia nos laboratórios e colocava em risco nossa segurança) e crença na soberania humana (a ciência mantém tudo sob controle). Temos aí a mesma polarização que acabou gerando esta situação desconfortável, justo quando dispomos dos recursos flexíveis da informática em condições de iniciar a integração das partes. Reconciliação é a palavra de ordem.

A arte já iniciou este processo em que, tanto quanto associação de técnicas, haveria que resgatar a emoção (a magia) perdida nos trilhos das locomotivas do século XIX. A decantada objetividade impressionista, tendo feito escola com cubistas e construtivistas, perdera força na proporção que a ciência ultrapassava sua fase de afirmação social, passara a oferecer conforto e ensaiara um diálogo com milhões de pessoas educadas formalmente em disciplinas científicas ao longo do século XX.

. *Definição estética*: qualquer tentativa de fundamentar conceitualmente uma manifestação visual resultado do emprego de equipamento computadorizado entre as décadas de 60 e 90 em que o diferencial fica todo por conta da tecnologia, constitui precipitação inconseqüente. Como pode uma estética emergir com base num processo que muda rapidamente sem que se permita a apreensão, identificação e – sendo o caso – fixação de valores?

É impossível, mesmo na atualidade, falar em termos de uma nova(s) escola(s) artística(s) pois não temos afinidade suficiente com os recursos nem existe ambiente social favorável para que isto aconteça.

Quando o primeiro grupo de intelectuais e artistas que aderiram entusiasticamente à computação gráfica nos anos 60 e 70 se deram conta, o discurso militante e esnobe em prol da “computer art” já havia caducado. Em 1979, uma sua entusiástica divulgadora chamada Grace Hertlein (1979:35, 36) insistia na catequese do público martelando a definição: “computer art significa qualquer arte visual na qual o computador tenha sido usado”. Ora, não existe nada mais vago. Por esta definição logo, logo todas as artes visuais já terão se transformado em “computer art”, sem que isto nada signifique em termos estéticos. Mas naquela época esses intelectuais estavam cegos pela distinção que se imaginava automática ante a simples menção do uso do computador. O artista não mais pintava ou desenhava, o seu *modus operandi* era a matemática(!), a lógica seria a grande novidade da nova arte (!) e dentro dessa lógica só cabia

formas geométricas simples graças a íntima afinidade com a matemática (!!!). Por tudo que já apresentamos dá para perceber claramente como a informação era manipulada para servir a interesses particulares – e isto não se coaduna com a idéia de estética. Sua fragilidade teórica e escasso convencimento visual logo se mostrou insustentável.

A verdade estava na constatação de Robert Abel, quando afirmava que “qualquer coisa que você esteja fazendo nesta semana representa o estado da arte” (citado por Solomon, 1994:256), numa clara alusão a rápida mutação tecnológica.

Portanto, veremos a emergência de arte da melhor qualidade se valendo exclusivamente de recursos digitais a partir da década de 1980, mas em hipótese alguma podemos falar no surgimento de postulados estéticos válidos (sequer estilos, no máximo poéticas) fundados no uso de computadores.

### **3.2. Década de 1980 – A Arte Produzida Digitalmente**

A década de 1980 é marcada pela diversidade e complexidade dos acontecimentos na computação gráfica. Neste período se multiplicam as linhas de investigação técnico/científica e fica difícil acompanhar tudo de importante que é feito nesta área. Também começa a ficar para trás conquistas significativas oriundas de um único indivíduo. O avanço depende cada vez mais de grupos de pesquisadores, ainda assim devidamente inseridos numa cadeia de eventos – a computação gráfica já apresenta uma linha histórica bem definida. A melhor evidência da mudança vertiginosa de paradigma operada na indústria da computação gráfica no espaço de apenas duas décadas nos é dado pelo SIGGRAPH, a mais importante conferência norte-americana (e mundial) dedicada a gráficos computadorizados. Em 1967 um documento contendo 30 assinaturas dava início a este encontro de especialistas (Collins, 1997:1). Em meados dos anos 80 o SIGGRAPH já era um mega-evento atraindo mais de 25.000 pessoas (DeFanti, 1986:XI).

Se tecnicamente a ciência da computação não parava de nos surpreender, apesar das novidades extraordinárias envolvendo procedimentos para geração de imagens digitais, esta década desponta como especialmente importante para nosso propósito porque é aqui que constatamos o aparecimento de produções visuais realizadas por meio do computador onde detectamos a presença de elementos expressivos que as qualificam como autênticas obras de arte.

O detalhe significativo neste fato – e que nos remete ao momento no qual a animação eleva-se ao status artístico pelo começo do século XX (ver p. 22) – é que a arte vai emergir não tanto pelo aparecimento de sofisticados algoritmos de simulação de fenômenos naturais (linha de destaque nas investigações empreendidas nesta década), mas pelo aperfeiçoamento e acessibilidade dos artistas às tecnologias desenvolvidas nos anos 70 que enfim irão permitir a transposição para a computação 3D dos princípios artísticos tradicionais formais e mecânicos: a linguagem da arte. Estava acontecendo com a computação gráfica a transferência da tecnologia das mãos dos cientistas para os artistas da mesma forma que acontecera com o cinema – Marey, Muybridge, Edison, Lumières, entre outros, para Méliès, Porter, Cohl, McCay, etc. Nos anos 80 não apenas os artistas atuantes tornavam-se cada vez mais familiarizados com os sistemas computadorizados que necessariamente se apresentavam mais fáceis de operar, mas escolas de arte formavam os primeiros estudantes que contaram com disciplinas de computação gráfica em seus currículos (Kerlow, 1996:9; Rivlin, 1986:218).



Com as condições técnicas minimamente satisfeitas para a exploração como espetáculo visual das imagens digitais, os artistas assumem a dianteira na aplicação ilusionista dos novos recursos, guiando o desenvolvimento tecnológico (e artístico) da computação gráfica – como afirmou o diretor de arte Richard Taylor (citado por Auzenne, 1994:127). E como Taylor, artista com formação acadêmica em pintura, a capacitação desses novos artistas lastreada em sólido conhecimento das práticas clássicas da arte constituía fator determinante na operação de tão significativa transformação – reproduzindo o que acontecera na animação tradicional quando de sua emancipação artística (a superação do estado de “magia” enquanto determinismo técnico).

Taylor sabia do que estava falando, pois se encontrava no centro dos principais feitos envolvendo computação gráfica com fins artísticos no começo dos anos 80. Formado em arte, com graduação em pintura e escultura, Richard Taylor trabalhou para as três mais importantes produtoras pioneiras em animação computadorizada, (cinco anos com Robert Abel, três anos na Triple I e mais um tanto na MAGI), sendo responsável por alguns dos mais representativos trabalhos destas empresas. Durante sua passagem pela Triple I, entre tantos projetos marcantes envolvendo o emprego de computação gráfica (como as animações com o personagem Adam Power ou o design das seqüências de efeitos especiais digitais do longametrage *Looker*, de 1980), ele supervisionou os efeitos visuais do filme *Tron*, o que envolveu a coordenação dos esforços das quatro grandes produtoras de animação computadorizada do período: a própria Triple I, mais a MAGI, Robert Abel and Associates e Digital Effects. *Tron* foi uma realização excepcional dos Estúdios Disney em termos de computação gráfica, pela primeira vez utilizada em grande escala num filme de longametrage (por volta de trinta minutos de seqüências com animações computadorizadas), no qual os efeitos era a atração central da trama.

Após a produção de *Tron* ( que será comentado ao final deste tópico, quando abordarmos as realizações artísticas da década) todas estas produtoras pioneiras saíram do mercado – por falência ou simplesmente abandono do negócio (Kerlow, 1996:7). Taylor seguiu trabalhando para diversas companhias, entre as quais a Lucasfilm, do cineasta George Lucas.

É certo que o péssimo desempenho de *Tron* nas bilheterias precipitou esta situação, mas isto fatalmente aconteceria. Ocorre que a estrutura dessas empresas estava apoiada em métodos informáticos experimentais herdados dos anos 70, recheados de technicalidades. Era uma estrutura muito mais para laboratório que estúdio de arte. Estas *computer animation houses* investiam em pesquisas tecnológicas, fabricavam equipamentos, desenvolviam *softwares*, usavam grandes computadores tipo *mainframes* com uma arquitetura não específica para trabalho gráfico e contavam com a assessoria técnica dos especialistas que estavam definindo a tecnologia (Rivlin, 1986:231). A única justificativa para que artistas atuassem como produtores de imagens computadorizadas ao final dos anos 70 era o impacto da novidade, que levava grandes redes de televisão, produtores de cinema e anunciantes a pagarem altas somas para ter seus nomes associados em primeira hora a algo aparentemente revolucionário, embora os gráficos digitais em sua maioria se caracterizassem pela simplicidade de formas excessivamente geométricas.

*Tron*, mesmo realizado no começo dos anos 80 (foi lançado em 1982), é um produto típico da tecnologia de computação gráfica mais avançada disponível no final da década de 1970. Por este motivo seria correto dizer que a década de 70 termina em 1982, junto com o processo de derrocada do modelo de produtora envolvida neste projeto. Após a falência da Triple I em 1983, Gary Demos e John Whitney Jr. insistem com sua nova produtora, a Digital Productions, na força bruta da computação como diferencial estético (leia-se, imagem

realista), para tanto adquirindo um supercomputador Cray X-MP, a um custo de 13 milhões de dólares (Morrison, 1994:49,55), o mesmo fazendo Robert Abel and Associates. O brilhantismo do design foto-realista do material produzido com o apoio deste tipo de equipamento – caso do longametrage *The Last Starfighter* e do comercial *Brilliance* (ambos de 1985), respectivamente Digital Productions e Robert Abel – não era mais suficiente para a manutenção do interesse do público, sem falar no altíssimo custo destas peças e abordagem extremamente técnica requerida pelo tipo de máquina utilizada.

Ora, expressão artística não requer necessariamente imagem hiper-realista, sendo muito mais importante proporcionar flexibilidade técnica aos criadores para que possam elaborar suas formas diretamente, sem intermediários. Enquanto durou o papel de destaque nas organizações do pessoal técnico de informática, tivemos o menor índice de produtividade na relação sagrada custo/benefício (na arte redundando em perda de expressão). Claro: o conjunto *hardware/software* até meados dos anos 80 caracterizava-se pela impenetrabilidade (devidamente valorizada pelos técnicos em informática como forma mesmo de distinção profissional), distanciando seu potencial da efetiva utilização pelos indivíduos que afinal detêm o conhecimento apropriado para viabilizar determinada aplicação. Enquanto a intermediação técnica entre usuário final e técnico em informática não fosse abolida, não teríamos o ganho de produtividade (no caso, expressão na arte) que, enfim, demonstrou todo o poder da tecnologia de informação.

É justamente a substituição desse modelo hermético de computação que permitirá a emergência da arte através de recursos digitais, empreendida por artistas e pesquisadores convencidos de que a facilidade de uso (entenda-se, interface gráfica com interação e resposta em tempo real) constituía condição primordial para superar a limitação estética dos sistemas. Se processava em consequência uma mudança no conceito de usuário ao mesmo tempo que mudava o papel do especialista.

Esta mudança tem início com a segunda geração das *computer animation houses* que surgem pelo começo dos anos 80, bem representadas pela Industrial Light and Magic (a divisão de efeitos especiais da Lucasfilm) e a Pacific Data Images (PDI). Estas empresas ainda têm de escrever seus próprios programas e mesmo construir equipamentos – o excepcional grupo de pesquisadores reunido pelo cineasta George Lucas na ILM chega a constituir-se, inclusive, na principal referência em termos de desenvolvimento tecnológico na área de computação gráfica no mundo na primeira metade da década. Mas havia uma mudança filosófica (e prática): o empenho em resolver o problema do meio de expressão. Na ILM é construído um sistema de animação batizado de *Pixar Image Computer* projetado “especificamente para artista” (Edwin Catmull, citado por Furniss, 1998:182). Ainda de acordo com Catmull, então o chefe da divisão de computação gráfica da ILM (que passara a se chamar Pixar em função do sistema aí desenvolvido, e teria este nome oficializado quando em 1986 esta divisão fosse desmembrada e passasse a funcionar como empresa independente), “nós havíamos chegado a um ponto onde os artistas deveriam projetar os modelos e construí-los, de maneira que começamos a desenvolver sistemas que artistas pudessem usar, não apenas o pessoal técnico”. O projeto do Pixar era a evidência do acerto em conceber computadores especializados para propósito artístico, capazes de oferecer maior facilidade e eficiência em termos de manipulação e processamento gráfico, ao invés de apenas contar com maior velocidade de cálculo e altíssima resolução de imagem das grandes máquinas. Gary Demos e John Whitney Jr. insistiam em seguir na contramão da história (repetindo o contra-senso do pioneiro e famoso pai de um dos parceiros, John Whitney), também alegando em prol da defesa do uso de grandes sistemas inespecíficos um motivo comumente empregado para

justificar a manutenção de processos defasados: o costume adquirido em decorrência do tempo de uso de determinada tecnologia. “Nós queríamos capitalizar o que havíamos aprendido com as máquinas que tínhamos na Triple I”, disse Gary Demos (citado por Auzenne, 1994:86), justificando o investimento da Digital Productions no supercomputador Cray. É a mesma defesa inconseqüente de milhares de órfãos de sistemas de computação baseados na digitação de comandos alfanuméricos (tipo DOS) inconformados com a introdução da “infantil”(!) interface gráfica apoiada no uso do mouse que acabou por revolucionar a informática. Realmente, pessoas se adaptam a determinadas coisas ou situações ao ponto de rejeitar mudanças notoriamente melhoradoras (questões de ordem cultural), mas neste caso havia a interferência indefensável de motivos comerciais e corporativos que afrontavam o principal mandamento mercadológico: produtividade.

Auzenne (1994:87) ainda nos informa de uma visita de Catmull a Digital Productions, oportunidade em que o pesquisador da Lucasfilm desautorizou a insistência naquele tipo de tecnologia, afirmando que o correto seria partir para computadores pequenos que estavam se tornando cada vez mais poderosos, defendendo a idéia de estações gráficas de baixo custo para uso individual. Carl Rosendahl, fundador da Pacific Data Images (PDI), partilhava da mesma opinião de Catmull, e tinha na escolha do equipamento uma das razões do sucesso de seu estúdio (Auzenne, 1994:71, 87). Rosendahl estava plenamente consciente da rápida evolução tecnológica, cuja dinâmica determinava a adoção de máquinas menores para uso individual, oferecendo a possibilidade de configuração personalizada e descarte facilitado para substituição por novos computadores – ele se referia as recém introduzidas estações gráficas (*workstations*), que passavam a contar com *softwares* comerciais prontos para uso (outra grande novidade), rapidamente atualizados numa busca obstinada pela conjunção de ferramentas eficazes e interface amigável, além de, evidentemente, atender ao novo consumidor: artistas e demais usuários interessados em aplicações gráficas.

Estava em andamento a reviravolta decisiva na estrutura das produtoras que as capacitaria para a efetiva criação visual: a mudança do enfoque técnico/científico baseado em *mainframes* e *softwares* proprietários, para o enfoque artístico baseado em *workstations* e *softwares* comerciais. Era a força do mercado em ação, atuando sobre o direcionamento da tecnologia, ajustando-a, modificando-a em benefício público – enfaticamente reconhecido pelos autores do artigo *Personal Computing* já em 1978: “A inventividade digital é agora de domínio público” (Isaacson e col., p. 93); o que, segundo a exitosa avaliação desses autores, poria fim ao então dominante seguimento de computação distribuída baseado em enormes sistemas do tipo *mainframes* e enfraqueceria o glamour e mistério dos especialistas em informática (p. 95).

Se o mercado não mais acenava com a disposição de pagar fortunas pelo custo do poder de cálculo de grandes máquinas, a agilidade em dispor de recursos expressivos rapidamente renovados que pequenos sistemas especializados podiam oferecer (a um custo infinitamente mais acessível) era um chamariz irresistível. O próprio mercado vai tratar de atender a esta demanda, e o faz de forma marcante, contribuindo para caracterizar a nova fase inaugurada pela computação gráfica.

É o caso da fundação da empresa Silicon Graphics Inc. por James Clarck em 1982, com o propósito de fabricar um tipo compacto de computador com habilidades notáveis para suportar gráficos. Assim nascia, com o lançamento do sistema IRIS 1000, o conceito de *worstation* para trabalhos de computação gráfica (Rosebush; Sylvan, 1992:122). A inovação desse sistema ficava por conta de um dispositivo projetado por Clarck conhecido por *geometry*

*engine*, um conjunto de *chips* com atribuições gráficas específicas funcionando simultaneamente (processamento paralelo), o que permitia resposta em tempo real às ações do usuário por meio de imagens coloridas em alta resolução – o animador podia ver e analisar uma seqüência de movimento imediatamente, procedendo a alterações pontuais de maneira rápida e direta. O projeto de tal dispositivo, que incorporava microcircuitos concebidos sob medida, fora possível graças a espetacular miniaturização dos circuitos integrados que atingiam a escala expressa pela sigla VLSI (Very Large Scale of Integration).

Com acontecimentos tão animadores podemos ficar com a impressão de que se havia alcançado, finalmente, uma condição confortável para que os artistas pudessem exercer suas prerrogativas de criadores num patamar condizente com as exigências de sua atividade. Mas não é bem assim. Uma máquina como esta da Silicon Graphics precisava ser testada em regime de produção, além de esperar que fosse escrito *softwares* aptos a funcionar em seu sistema. Robert Abel and Associates será o primeiro estúdio a adquirir este equipamento por volta de meados da década, para o qual desenvolve seu próprio *software* (Rivlin, 1986:212). Porém, a maior parte das produtoras, Robert Abel inclusive, ainda contava com a potência de robustos minicomputadores. E sistemas gráficos completos de uso profissional baseados em minicomputadores ficavam na faixa das centenas de milhares de dólares. Portanto, os estúdios de cinema seguiam olhando com relutância para as possibilidades das técnicas de animação computadorizada devido a carestia e limitações estéticas (Furniss, 1998:181). E claro, os próprios animadores, em sua maioria, continuavam na expectativa quanto a adoção da nova tecnologia já que, a despeito dos grandes avanços verificados na passagem das décadas de 70 para 80, a computação gráfica até então não havia superado com vantagem a estrutura matemática responsável pela rigidez das formas geométricas, insuficiente para a produção competitiva de animação de personagens. Como bem frisou Robi Roncarelli, ainda “não era o meio de expressão pessoal que eles esperavam usar para trabalhar” (citado por Furniss, 1998:182).

A referência “meio de expressão pessoal” é preciosa, pois sugere intimidade, algo muito particular. O lápis e o pincel atende com perfeição a esta referência. A maneira de segurar o lápis, a feitura da ponta, o acabamento das cerdas do pincel que atinge o formato ideal para determinado artista pelo modo de usar, a posição de trabalhar e tantas outras peculiaridades que envolve o ato de desenhar e pintar com materiais tradicionais garantem a obtenção de formas plásticas autênticas. O custo quase insignificante desses materiais também contribui para uma relação unicamente baseada na afinidade expressiva que o artista encontra numa tal ferramenta. Ferramenta que lhe pertence e lhe parece única.

Se o computador parecia longe da naturalidade do lápis e pincel (embora não precisasse chegar a tanto para permitir a emergência da arte), também era difícil para os artistas experimentar a sensação de propriedade de uma *workstation*, até para que pudessem desenvolver o fundamental sentimento de aliança através da conexão pelo pertencimento. O acesso aos recursos de computação gráfica continuava então restrito aos poucos estúdios e laboratórios de considerável aporte financeiro.

Mas as surpresas tecnológicas no segmento de *hardware* não paravam, trazendo a perspectiva de num futuro não muito distante os artistas serem capazes de adquirir seus próprios equipamentos e programas. Esta verdadeira revolução que vai instituir um novo modo de produção artística, iniciando a popularização da computação gráfica como ferramenta de criação visual, é marcada pela aposta no microcomputador, com dois momentos especialmente significativos da tendência irrefreável rumo a desmistificação da informática: o lançamento do IBM Personal Computer em 1981, e a chegada do Apple Macintosh em 1984.

O IBM PC não era uma máquina inovadora, mas apresentava uma configuração portentosa para um micro, disponibilizando processador de 16 bits (o dobro da capacidade dos micros anteriores). Este detalhe, mais a confiança que o nome IBM instilava na incipiente indústria de microcomputadores, induziu milhões de pessoas a comprar seu sistema (Rosebush; Sylvan, 1992: 121); e o que nos interessa, oferecia um mínimo de potência para aplicações gráficas, estimulando desenvolvedores a escrever *softwares* para a plataforma MS-DOS, o sistema operacional adaptado pela Microsoft de Bill Gates que equipava os micros IBM.

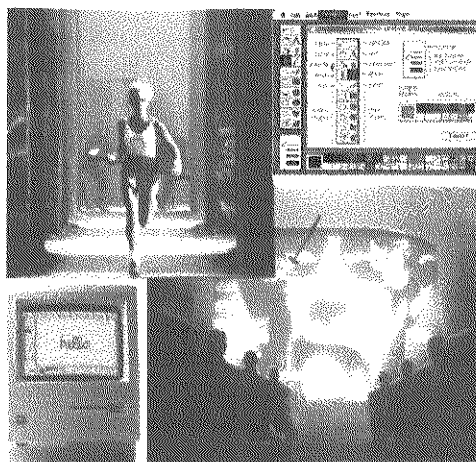
Já o lançamento do Macintosh pela Apple estabelece um divisor de águas para a informática como um todo tamanha a repercussão não apenas quanto ao aspecto técnico, mas político e social do acontecimento – insuflado pela magnífica campanha de marketing que introduziu o “Mac” no mercado. Steve Jobs, fundador e dirigente da Apple, soube proceder a transferência da revolucionária tecnologia de interface gráfica do laboratório para um produto comercial de sucesso, desenvolvida pela Xerox nos anos 70. Seu afinado tino empresarial reconheceu de imediato o potencial econômico que um computador pequeno, barato e fácil de usar representava (o Macintosh disseminou a idéia de computador “amigável”, baseado na interface gráfica com janelas e ícones acionados pelo mouse, integrando texto e gráficos).

Na sua evangelização da idéia do computador pessoal como uma ferramenta de capacitação pessoal fácil de usar, Jobs fez uso de uma peça publicitária de rara criatividade, merecidamente premiada com vários Clio – o Oscar da publicidade norteamericana (Microcomputador – Curso Prático, 1987:558). Os computadores da ficção científica costumavam receber nomes técnicos e impessoais, pois se achava que apelando para a junção de letras e números, tais siglas (ainda que sem significados) provocariam grande impressão (ênfatizando alta tecnologia pela incompreensão causada). Esta influência se estendeu ao mundo real, com fabricantes batizando máquinas com nomes estranhos do tipo ZX81, MTX500, VAX780 e por aí vai. Mas este tipo de designação era impregnada pela imaginação de computadores descritos como coisa desumana – a exemplo do Grande Irmão, o ditador onipresente do romance *1984*, de George Orwell, que controla uma sociedade amedrontada por um poder centralizador, representado, no filme de mesmo nome, por um rosto em *close* que se encontra em todo lugar por meio de telas de vídeo, de olho em tudo e em todos.

Querendo reverter o estigma do computador como uma máquina difícil de usar, Steve Jobs e outros pequenos fabricantes surgidos na década de 70 na onda do microcomputador, afastam-se deliberadamente de nomes obscuros, e conseqüentemente do que seria alta tecnologia – ou quem sabe, conseguir alterar a percepção popular do que seria alta tecnologia através da associação com coisas simples, boas, familiares. É com esta intenção que sua empresa e seus dois primeiros computadores recebem o nome *Apple* (maçã).

Quanto ao provocativo anúncio do Macintosh (por sua vez o nome de um tipo especial de maçã) veiculado nas TVs da Inglaterra e Estados Unidos, foi uma caprichada propaganda que sintetizava toda a filosofia do mais fácil e familiar como o melhor, mais versátil, mais produtivo, e acima de tudo, libertador da tirania do que era grande, centralizado e obscuro. No filme isto foi representado pela imagem de uma mulher atlética portando um machado que adentrava correndo um recinto onde pessoas pareciam enfeitadas por um enorme rosto numa tela de vídeo, em referência ao Grande Irmão. A mulher estraçalhava a tela com o rosto do Grande Irmão, e a propaganda terminava com a afirmação: “No dia 24 de janeiro, a Apple Computer vai lançar o Macintosh, e você vai ver porque 1984 não será como *1984*” (Spalter, 1998:27). É um anúncio repleto de simbolismos.

**Fig. 163** Modelo original do Macintosh lançado em 1984 (interface gráfica em destaque) e dois fotogramas da famosa propaganda de lançamento.



Haveria ainda um outro lançamento de microcomputador digno de registro, devido seu projeto oferecer a melhor capacidade gráfica então disponível nesta linha de equipamentos. Trata-se do Amiga (percebam o nome), lançado pela Commodore em 1985 (Morrison, 1994:54). Além de trazer recursos de cor superiores à concorrência (o Macintosh, inicialmente, tinha tela em preto e branco), sua arquitetura permitia um ganho de rapidez no processamento numérico, gerando imagens numa frequência bem mais veloz que a verificada em computadores do seu porte.

No rastro do sucesso do microcomputador, uma série de tecnologias complementares vêm à tona, incrementando os recursos visuais do PC, a exemplo de *chips* de tonalização 3D (Wytek), *drive* de disco Winchester (IBM), placa de vídeo Targa (AT&T), entre tantas outras (Rosebush; Sylvan:1992:121-126).

Todo esse movimento da indústria em direção a microcomputação que hoje pode parecer muito lógico e agora aponta para a etapa que vem sendo chamada de “computação móvel” (aparelhos portáteis computadorizados, que em nada lembra o computador tipo *desktop* que foi disseminado neste final de século XX), no início era encarado com ceticismo pela maioria, grandes fabricantes e profissionais de informática que olhavam com desprezo para o que eles consideravam “brinquedos eletrônicos”, uma facção marginal do universo grandioso e mítico da tecnologia da informação fadada a permanecer como um apêndice. Mas a resposta entusiasmada do público àqueles produtos que lhe abriam o acesso as maravilhas da informática pôs abaixo a estrutura centralizada que dominara a indústria até então. O final da década de 80 terminaria com a vitória do microcomputador, que já começava a substituir aplicações baseadas em computadores de médio porte e até assumir algumas tarefas típicas de máquinas de grande porte (Meirelles, 1994:67). Os grandes industriais e especialistas que não reverteram sua antiquada postura exclusivista sucumbiram à lei da natureza que privilegia o menor esforço – ou passaram eles à condição de apêndice da nova economia.

Para os artistas isto significava a alforria anunciada pela propaganda do Macintosh. Enfim os artistas independentes, que não tinham uma empresa ou instituição por trás, podiam adquirir seu próprio equipamento com a vantagem de, a esta altura, os novatos na área não ficarem limitados pela imposição da programação tradicional a fim de criar imagens. Os desafios da tecnologia se transferiam basicamente para a esfera do *software*, de onde se passava a esperar ferramentas gráficas interativas cada vez mais flexíveis à manipulação formal.

O segmento de *softwares* gráficos vai responder ao ganho de performance das novas máquinas e a variedade de sistemas que acompanham a diversificação do *hardware*. Basta dizer que em meados da década já havia em torno de 200 programas gráficos para PC (Rivlin, 1986:134). Apesar da pouca consideração em vista da ofuscante evolução do *hardware* no período, a disponibilidade comercial de programas para trabalho gráfico é um fato tão ou mais importante que a chegada de novos equipamentos, pois completa a independência do usuário em dispor dos meios expressivos eletrônicos prontos para usar com os tipos de *hardware* que passavam a ser oferecidos pelas lojas.

O fato que estabelece o ponto de partida do desenvolvimento estrondoso das *software houses* voltadas para a confecção de programas gráficos é compreendido pela comercialização do pacote para modelagem e animação 3D *Wavefront*, produto lançado em 1984 pela companhia de mesmo nome fundada por Bill Kovack – outrora diretor de arte e chefe de pesquisa e desenvolvimento na Robert Abel and Associates (Auzenne, 1994:64). Kovack havia originalmente coordenado a elaboração deste *software* em 1978 para um novo sistema de computação gráfica fabricado pela Evans&Sutherland (então em uso na empresa de Robert Abel), procedendo a atualização e adaptação para funcionamento nas novas *workstations* fabricadas pela Silicon Graphics.

Esta tendência vai, naturalmente, contribuir para a proliferação de estúdios de animação digital pelo mundo (nesta década, ao menos na parte desenvolvida do mundo), e significativo deste desenvolvimento é o destaque definitivo do Canadá como gerador de tecnologia de ponta em computação gráfica.

Com um histórico respeitável na animação tradicional e pioneirismo técnico graças ao departamento de animação do National Film Board, *software houses* e *computer animation houses* de grande importância despontam como empreendimentos quase que completamente ligados a um grupo de artistas associados a instituições como o próprio National Film Board e Universidade de Montreal (Townsend, 1999:1). São empresas como a Alias Research (fundada em 1984 e posteriormente compondo uma única companhia com a Wavefront), Taarna (1984), Softimage (formada em 1986 por um egresso da Taarna) e Discreet Logic (estabelecida por dois egressos da Softimage).

Quando da produção de *Tony de Peltrie* (uma importante referência da animação feita por computador em 1985), os artistas do Taarna Studios projetaram um *software* (também chamado de *Taarna*) para a confecção do filme, de maneira a permitir seu uso por pessoas sem formação em computação; com isto entrando no negócio de oferecer aos animadores “ferramentas que proporcionassem expressividade à criação visual” (Townsend, 1999:2). Este enfoque acabou por transformar o *Softimage 3D* em padrão junto aos estúdios de animação na Europa.

*Softwares* deste tipo, que embutia os algoritmos mais eficientes disponíveis para modelagem e animação 3D em pacotes comerciais destinado às *workstations*, ainda estavam fora do alcance da maioria dos artistas para consumo particular.

Aqueles que pretendiam se aventurar na experimentação dos novos recursos tinham de se contentar com as ofertas bem menos sofisticadas de programas que rodavam nos microcomputadores. Mesmo assim isto só vai acontecer de forma sistemática e rapidamente crescente a partir de 1987 (Spalter, 1998:28, 29), já que, até por volta desta data, pouco se podia fazer de nível profissional em máquinas como o primeiro Macintosh, que apresentava uma pequena tela em preto e branco de 9 polegadas e limitada capacidade de memória, mas



custava alguns milhares de dólares. Entretanto, na segunda metade dos anos 80, com a queda de preço e aumento da velocidade dos *chips* – além da acirrada competição que se verifica com o crescimento de pequenos fabricantes – o panorama fica bem melhor. Em 1986 vamos chegar ao micro com *chip* de 32 bits, introduzido pela Compaq (através do processador Intel 386) e em 1987 a Apple lança novos modelos do Macintosh.

O Mac já trazia embutido, desde sua primeira versão, programas de desenho e pintura como o MacDraw e MacPaint. Apesar de simples, foi através de ferramentas como esta que muitos usuários foram introduzidos no âmbito da computação gráfica, trabalhando em casa sem nenhum conhecimento de programação tradicional ou engenharia de computação, apenas ligando o computador e mexendo no mouse para criar suas figuras (Spalter, 1998: 28). Era dado o sinal que levaria à propagação da computação gráfica.

Concomitante à explosão iminente do mercado de programas gráficos, o ISO (International Standards Organization) definia o primeiro padrão para CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory), cuja capacidade de armazenamento permitia a gravação digital de dados extensos, como arquivos de música e vídeo, assim fazendo surgir o conceito de *multimídia*, logo se transformando na principal aplicação para a área de animação (Morrison, 1994:54), deflagrando de vez a corrida mercadológica em prol do comércio de programas gráficos.

Em meio a profusão de *softwares* para animação disponibilizados para microcomputadores na segunda metade dos anos 80, destacamos o lançamento do *Topas* pela Crystal Graphics e AT&T em 1986, um dos primeiros programas de animação 3D de alta qualidade para esta plataforma, entusiasticamente adotado pelos animadores também devido sua velocidade e exaltada facilidade de uso. Na animação 2D produzida em microcomputador, a década termina com um sucesso da Autodesk, o programa *Animator*, que chega em 1989 para constituir-se em padrão de animação em PCs voltado para multimídia (Morrison, 1994:58).

Bom, se não existe mais dúvida quanto a opção vencedora em direção a uma computação “amigável” defendida pelos artistas e pesquisadores imbuídos do mesmo sentimento, para finalizar esta seção devemos falar de dois empreendimentos que corroboram, definitivamente, a ascendência do mundo da arte quanto a origem das tecnologias gráficas digitais.

Trata-se dos sistemas de pintura e animação 2D Photoshop e CAPS, duas consagradas referências quando se fala de *softwares* gráficos, que vieram à tona na década de 80 pelas mãos de três das mais respeitáveis companhias de cinema/animação do mundo: Lucasfilm, Disney e Pixar.

De acordo com Alvy Ray Smith (1997:1-14), a história toda começa na Lucasfilm, quando do desenvolvimento do Pixar Image Computer e o sistema *Paint*, evidentemente projetados para uso dos artistas da companhia na produção de filmes.

Sob a responsabilidade de Thomas Porter, o sistema de pintura digital *Paint* seria desenvolvido ao longo de 1981, em tempo de contribuir na confecção da famosa sequência de efeito conhecida por “Genesis”, do filme *Jornada nas Estrelas II: A Ira de Khan* – usado para criar o fundo e as nuvens que foram mapeadas no planeta em regeneração (tarefa conduzida pelo artista Chris Evans, da divisão de efeitos especiais Industrial Light and Magic). Segundo Smith, certamente esta teria sido a primeira vez que um sistema de pintura digital fôra empregado num filme de longametragem.

Este sistema colocava a Lucasfilm na vanguarda da tecnologia de processamento digital de imagem. Dentre suas mais sofisticadas características constavam a configuração arbitrária da resolução, criação e manipulação do canal alfa com qualquer tipo de traço (era o primeiro

sistema completo RGBA de 32 bits com 16.7 milhões de cores e 256 níveis de transparência para cada um dos canais), fidelidade de cor e métodos especiais para *anti-aliasing* e combinação de imagens.

O sucesso deste trabalho – seguidamente aperfeiçoado por uma numerosa e competente equipe de especialistas em tecnologia e arte – levou a Disney (que já se empenhava em montar seu próprio departamento de computação gráfica) a propor o desenvolvimento de um sistema deste tipo para uso próprio. O contrato foi assinado quando a divisão Pixar estava sendo desmembrada da Lucasfilm – comprada por Steve Jobs e passando a funcionar de forma independente (embora tenha sido acertada a partilha da tecnologia gerada enquanto divisão da Lucasfilm, caso do premiado sistema de renderização *Renderman*). Assim, num trabalho conjunto envolvendo pessoal das duas companhias (Disney e Pixar), tendo a frente Tom Hahn, Michael Shantzis e Peter Nye, foi implementado sob o Pixar Image Computer o CAPS (Computer Animation Production System), um sofisticado sistema de pintura digital com características sob medida para uso no processo de animação 2D – uma façanha reconhecida oficialmente em 1992 com o Oscar de Progresso Técnico/Científico concedido pela Academia de Ciências e Artes Cinematográficas de Hollywood.

Aproximadamente pela mesma época (meados dos anos 80), os irmãos Thomas e John Knoll, trabalhando na divisão de computação gráfica da Lucasfilm, surpreendem os colegas com o desenvolvimento do sistema de pintura digital que ficaria mundialmente conhecido com o nome de *Photoshop* – responsável direto pela revolução no segmento de *desktop publishing* (editoração eletrônica). A surpresa ficava não tanto pelo *software* em si, que empregava tecnologia gráfica comum na Lucasfilm e noutras empresas, mas pela adaptação das rotinas de programação para funcionar no Macintosh, um microcomputador. Por este motivo pessoas gabaritadas como Alvy Ray Smith não levaram a iniciativa tão a sério – um engano reconhecido pelo próprio Smith, que como tantos outros naquela época não acreditavam no potencial do microcomputador (posteriormente Smith, como praticamente todo mundo, adotou o *Windows* – novo sistema operacional para microcomputador introduzido pela Microsoft a partir de 1986 – como plataforma de desenvolvimento de produtos para a área gráfica).

Percebemos, portanto, como a partir de fatos mais gerais envolvendo a evolução da computação gráfica nos anos 80, se delineava a conjuntura que iria favorecer a assimilação generalizada da nova tecnologia pelos artistas, por conseguinte propiciando o meio ambiente adequado para a proliferação da arte em bases digitais. Mais até, pois esta situação acabou gerando um fenômeno completamente inesperado: a súbita emergência de uma enxurrada de pretensos artistas sem qualquer formação que de repente se acharam capazes de exercer atividade criativa visual. Reflexões restritivas à parte, muito mais que a tentativa frustrada de cientistas e programadores que um dia sonharam com a fama artística via monopólio das ferramentas digitais, teríamos agora uma manifestação com força suficiente para influir não apenas na evolução estética, mas capaz de atuar na reordenação da estrutura funcional (e perceptiva) do setor artístico como um todo. Este é outro dado recente de alta repercussão para a definição de uma nova cultura visual.

Passemos imediatamente a avaliação específica dos procedimentos algorítmicos surgidos nos anos 80 que seguiam empurrando os limites expressivos da computação gráfica no trabalho de articulação plástica e mecânica.

Salta aos olhos a orientação dominante empreendida pela pesquisa de novos métodos para modelagem e animação digital. Tendo a disposição máquinas com incremento significativo na

velocidade de processamento, parecia existir um consenso de que chegara a hora de desafiar a natureza – simular matematicamente os fenômenos físicos que a caracteriza.

As técnicas já consideradas clássicas orientadas à geração de superfícies, que adaptavam procedimentos da manufatura tradicional (artesanal e/ou industrial), não permitia mesmo ir muito além de formas marcadamente geométricas. Para superar este impasse a comunidade de computação gráfica vai novamente encontrar na tradição da arte a solução para seus problemas, ao voltar sua atenção para a observação do mundo natural, como fizera há meio milênio os artistas que nos legaram a arte do Renascimento. Ainda que não se tenha atingido a condição de incorporar o traço do artista nos mais avançados recursos digitais 3D, a profusão de técnicas daí resultante vai enfim possibilitar a tão desejada descrição realista das coisas e fenômenos da natureza em toda sua complexa variedade.

A “mágica” responsável por tal façanha responde pelo nome de *procedimento*, tecnologia fundamental cujo desenvolvimento para a área gráfica foi intensificado a partir de meados da década de 70 (ver p. 184). Valendo-se essencialmente de regras (definidas pelo sistema a partir de dados colhidos na natureza) e parâmetros (definidos pelo usuário), o recurso da geração de imagens por procedimento dá condição de realizar tarefas proibitivas a programas 3D convencionais (formas orgânicas complexas repetidas com pequenas variações, por exemplo) empregando um mínimo de esforço para especificar e controlar a aparência e o comportamento do objeto em cena de maneira unificada. Isso mesmo, as técnicas baseadas em procedimento praticamente acabam com a distinção de limites entre modelagem e animação, favorecendo enormemente a parte criativa do processo de produção, que fica mais flexível e fácil de ser gerenciado.

Ao abordarmos estas técnicas manteremos a coerência de seu funcionamento, tratando conjuntamente as propriedades de modelagem e animação. Há porém, que se fazer o reparo em relação a *cinemática inversa*, essencialmente uma técnica de animação. Mas, como veremos, este é um recurso desenvolvido para trabalhar em combinação com as demais técnicas de modelagem e animação.

Contudo, apesar de nos anos 80 observarmos tanto empenho pela simulação digital de princípios físicos especificados via procedimento – indo desde técnicas de iluminação/acabamento (*ray tracing*) até processos de animação realísticos (*motion dynamics*) – grandes avanços eram realizados em nichos básicos decisivos para a evolução dos recursos gráficos como um todo (caso do refinamento das geometrias que dá forma às equações matemáticas) e naquelas aplicações voltadas à obtenção de efeitos específicos (bem representado pelo emprego do *morphing*).

Em vista disso, incluímos na avaliação tópicos reconhecidamente marcantes em relação a evolução tecnológica da computação gráfica, mas que não integra aquele grupo de novidades que redirecionaram o enfoque das experiências com respeito a manipulação de imagem digital 3D.

Pelo fato de não estar envolvido nas etapas de modelagem propriamente dita (especificação/manipulação geométrica) e mecânica de animação, convém iniciar pelos métodos de iluminação, facilitando o encaminhamento posterior dos itens diretamente relacionados com construção e movimentação de objetos.

Duas complexas abordagens de iluminação/acabamento para imagens 3D ganham evidência nos anos 80. Trata-se dos métodos *ray tracing* e *radiosity*, as estratégias de visualização foto-realista mais eficientes já concebidas.

O método de *ray tracing* (traçado de raios), originalmente concebido pela MAGI nos anos 60 (ver p. 187), sofreu um grande aperfeiçoamento na segunda metade dos anos 70, no rastro da espetacular sequência de conquistas verificadas no campo da síntese computadorizada de imagens realistas. Coube a Turner Whitted, então pesquisador do Bell Laboratories da AT&T, a introdução do modelo de *ray tracing* que consagrou este método entre a comunidade de computação gráfica como o mais sofisticado para a produção de imagens de alta qualidade.

A vantagem deste método está na amplitude do cálculo de iluminação empregado, que considera informações globais para efeito do processamento luminoso (Whitted, 1980:343), o que significa levar em conta a influência recíproca entre todos os elementos dispostos na cena. Os métodos vistos anteriormente (Lambert, Gouraud e Phong) se valiam do cálculo local da luz, procedendo a iluminação dos objetos como se eles estivessem sozinhos no espaço.

Obtêm-se a informação necessária para o *render* integrado da cena aplicando o princípio que dá nome ao *ray tracing*: seguir o caminho dos raios de luz desde a fonte até o olho do observador, registrando as características dos objetos atingidos no percurso — dados variados como textura, reflexão, refração, transparência, sombra, superfície oculta, cor, tudo num único algoritmo. Quando um raio atinge uma superfície ele pode gerar raios secundários cujo desvio depende dos atributos do modelo, determinado em acordo com leis da óptica (Whitted, 1980:344, 345). O conjunto de interações resultante forma uma árvore que se ramifica cada vez que um raio de luz atinge uma superfície. Esse processo, chamado de *recursão*, é repetido até onde a informação visual recolhida tenha importância para a cor final do pixel — ou quando um limite arbitrário de recursão seja completado. Como traçar o caminho de todos os raios de luz seria insensato em função da enormidade de computação requerida (mesmo que emitidos por uma única fonte) e já que apenas uma parte dos raios eventualmente chega aos olhos do espectador, o processo foi simplificado, bastando seguir os raios pelo percurso inverso, partindo do olho do observador até alcançar a fonte de luz.

Deve-se entender o olho do observador como a vista da câmara virtual, na qual se interpõe a grade de pixels. Para cada pixel da tela temos um raio que parte em direção ao espaço tridimensional da cena. Se o raio bate num objeto, os valores de iluminação naquele ponto são calculados aplicando os modelos de iluminação conhecidos, configurando a aparência do pixel. Se o raio não atravessa nenhum objeto, o pixel fica definido com a cor do fundo. Em situações nas quais exista outros objetos na cena, ocorre a geração dos raios adicionais que irão determinar as características de reflexão, sombreamento e transparência/refração. Caso o raio seja refletido por uma superfície, calcula-se o índice de reflexão desse raio e continua no encalço de seu percurso até chegar na fonte de luz. Sendo o raio bloqueado pela superfície antes de atingir a fonte de luz, o ponto de interseção fica inserido numa área de sombra.

Após a árvore de raios estar formada, o algoritmo de tonalização percorre a árvore calculando a cor e intensidade em cada ponto de junção dos ramos, acumulando a contribuição de todos os raios. Chega-se assim ao valor final de cada pixel.

Dá para imaginar a exigência de capacidade computacional envolvida no *ray tracing*. Afinal, o computador precisa levar em conta a reflexão e absorção de cada raio e, ao mesmo tempo, a intensidade desses raios com relação ao brilho do objeto, a localização da fonte de luz, a posição do observador e a posição de cada pixel. Numa resolução de 640 x 480, hoje considerada baixa, temos mais de 300.000 pixels. A estatística indica a realização, em média, de 300 operações matemáticas para o cálculo de um único pixel envolvendo cenas complexas (Gomes; Velho, 1989: 44), o que daria, aproximadamente, 90 milhões de operações para a geração de uma tela — lembrando que para uso em animação haveria a necessidade de 30 telas para cada segundo de filme. Portanto, não surpreende a demora verificada na obtenção do

render de uma imagem em *ray tracing*, motivo do emprego limitado deste método nos anos 80.

Um detalhe que ilustra a qualidade plástica das imagens tratadas com *ray tracing* está na semelhança deste método com o mais completo dos três processos de formação de cor no mundo físico: o *processo de formação por pigmentação* (os outros dois seriam o processo aditivo e o processo subtrativo); não à toa, justamente o que encontramos nas tintas líquidas opacas utilizadas para pintura tradicional com tinta a óleo. Na cor obtida por pigmentação, partículas (os pigmentos) em suspensão num meio aglutinante podem absorver, refletir ou transmitir a luz incidente sobre elas. Estes fenômenos, em resposta a incidência de um raio luminoso, acontecem de forma sucessiva e simultânea entre os diversos pigmentos que revestem uma superfície. A sucessão de fenômenos, num efeito de espalhamento, determina a natureza da luz refletida na superfície (procedimento simulado pela recursão geradora da árvore de raios). Segundo Gomes e Velho (1994:66), na busca de modelos matemáticos para representação da cor no computador, este seria o processo mais adequado.

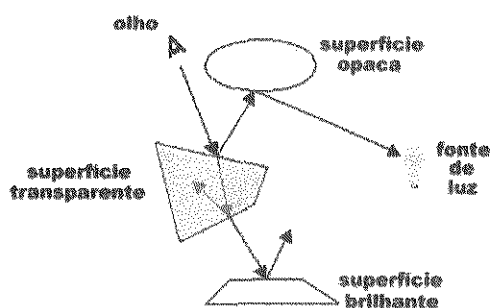
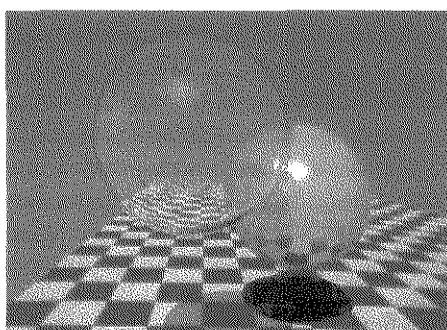


Fig. 164 Imagem obtida por *ray tracing* que ilustra o trabalho original de Turner Whitted e o esquema da “árvore de raios”.

Para facilitar o já intenso volume de cálculo no *ray tracing*, foi excluída a análise da interação difusa da luz entre os objetos. Entretanto, no mundo real a iluminação por difusão responde pela nuance das cores nos objetos, graças a propriedade da luz refletir de um objeto para outro (na pintura tradicional este é um artifício que diz muito da capacidade do artista).

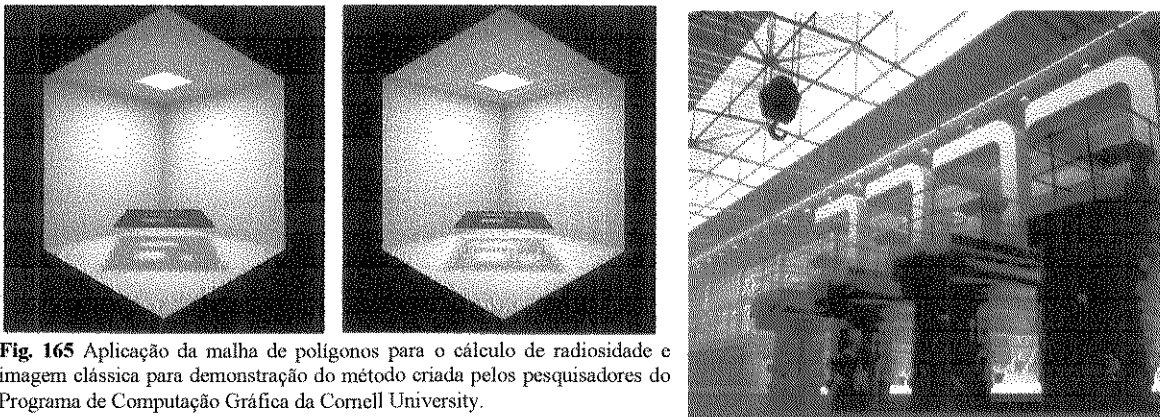
Esta deficiência do *ray tracing* é corrigida pelo método *radiosity* (radiosidade), introduzido em 1984 por pesquisadores da Cornell University através da publicação do artigo *Modelling the Interaction of Light Between Diffuse Surfaces* (Goral e col., 1984:213-222). A radiosidade modela com perfeição sutilezas da iluminação, como passagens suaves nas áreas de sombra, delicadas fusões de cores, áreas adjacentes à fonte de luz, e claro, a iluminação indireta entre os elementos de cena.

Também levando em conta informações globais para o cálculo da iluminação, incorpora ainda mais princípios da física que o método de *ray tracing* (Spalter, 1998:287), sendo derivado de teorias da engenharia térmica envolvendo leis de transferência de energia. Pela determinação da troca de energia radiante entre as superfícies dos objetos, que busca encontrar a quantidade de luz refletida entre as superfícies, chega-se aos efeitos de iluminação indireta, gradações de cor e sombras suaves que proporcionam tamanho senso de realismo às imagens produzidas por esta técnica.

Para tanto, o algoritmo de radiosidade aplica às superfícies uma malha de polígonos (chamados de *patches*), dividindo os objetos que compõem a cena de acordo com a quantidade de luz que é emitida ou irradiada entre as superfícies. A porcentagem de luz irradiada entre as

superfícies é calculada considerando o par de polígonos, cujo processo recebe o nome de *fator forma*. O cálculo do fator forma é afetado pela distância e angulosidade entre os polígonos: superfícies paralelas transferem bastante energia, superfícies perpendiculares transferem menos energia e estando em seqüência o cálculo do fator forma é quase nada. A luz que emana de determinado polígono afeta a iluminação de outro polígono e assim por diante, até que a energia radiante seja completamente absorvida pelas superfícies e/ou dissipada no espaço. A quantidade final de luz de um polígono específico é dada pela porcentagem de iluminação que o atinge vinda de todos os outros polígonos – no caso de ser também fonte de luz, a quantidade de luz que ele naturalmente emite é adicionada.

Se a técnica de radiosidade oferece a solução para reflexão difusa da luz, por sua vez ela não inclui informações sobre reflexão especular e transparência. É que o cálculo da radiosidade independe da visão do observador, essencial na equação que simula o brilho pontual nos objetos. Não demorou a surgir pesquisas que investigavam o uso combinado dos dois métodos, visando obter um modelo integrado de iluminação global. O próprio grupo de computação gráfica da Cornell University veio a propor uma abordagem baseada em duas etapas, na qual o *render* iniciava pela radiosidade e terminava com o traçado de raios (Wallace e col., 1987:314-317).



**Fig. 165** Aplicação da malha de polígonos para o cálculo de radiosidade e imagem clássica para demonstração do método criada pelos pesquisadores do Programa de Computação Gráfica da Cornell University.

O sucesso popular alcançado pela computação gráfica a partir de produções cinematográficas nas quais o espectador não conseguia mais diferenciar o que era real daquilo gerado no computador (principalmente nos anos 90), dá a medida da repercussão desses novos algoritmos para modelação luminosa. De qualquer modo, convém não esquecer o débito com o passado. Existem referências bibliográficas do começo do século XX relacionadas a radiosidade (Ashdown; Haines, 1994:277). Por não dispor de calculadoras automáticas eficientes, o emprego daquelas idéias acabava sendo inviável devido ao volume de cálculo. Ainda assim, Ashdown e Haines destacam o feito da dupla P. Moon e D. E. Spencer pela apresentação, em 1946, das primeiras imagens fotorealísticas criadas através de radiosidade (as fotos de salas vazias exibidas durante a Conferência Técnica Nacional da Sociedade de Engenharia de Iluminação da América do Norte). Eles calcularam com lápis e papel a luminosidade de cada polígono (*surface patch*) e cortaram papéis coloridos em forma de quadrados baseados no diagrama de cores de Munsell, que foram colados lado a lado para formar as imagens (fotografadas para a exposição e posteriormente reproduzidas em livro).

A mesma observação é válida para as demais técnicas digitais que apreciaremos a seguir, começando com o *morphing* (metamorfose), que entre as décadas de 1980/90 virou coqueluche. Aquilo que parecia uma novidade genuína era mais comum do que se pensava. As

pessoas esquecem que a animação é, em essência, metamorfose: percebemos o movimento porque um desenho se transforma em outro enquanto muda de posição. Técnica visual de efeito dramático, já sabemos de sua exploração como linguagem cinematográfica desde os primórdios da animação, introduzida pelo artista Emile Cohl (ver p. 24).

Portanto, o *morphing* é a mudança da forma de um objeto numa sequência de *frames*. Embora exista várias técnicas que permitem a geração de metamorfoses (por exemplo, *particle systems* e *metaballs*), na computação gráfica isto é comumente realizado pela interpolação dos pontos que definem a forma do objeto – seja em polígonos, modelos volumétricos 3D ou imagens bitmap. O emprego característico é a deformação de uma forma ou imagem noutra completamente diferente. Em 3D isto é feito alterando a disposição dos vértices do modelo e mudando os parâmetros de cor e textura. Neste caso impõe-se a necessidade de correspondência quanto ao número de pontos nos modelos de início e destino – o que é difícil em se tratando de formas complexas. Em tais condições o mais prático é a abordagem 2D usando técnica de processamento de imagem, selecionando os pixels de duas figuras diferentes que são alinhadas por meio do mapeamento de coordenadas. A interpolação acontece no domínio da imagem pela mudança de coordenadas dos pixels ( Beier: Neely, 1992:36 ).

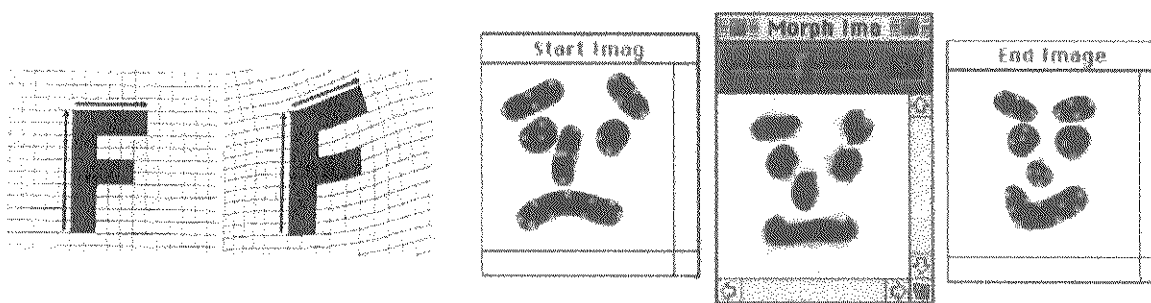


Fig. 166 *Morphing* por processamento de imagem 2D através do reposicionamento de linhas ou pontos nos keyframes.

Observe como, para o emprego do *morphing*, há de se lançar mão de técnicas mais antigas e básicas. Sem o conceito de *keyframe*, desenvolvido na animação tradicional, teríamos perda de controle na temporização do efeito. Sem linhas flexíveis ( *splines* ), faltaria maleabilidade para o ajuste das formas, resultando em mudanças bruscas, descontínuas. Daí a importância de pesquisas que expandem as possibilidades de recursos estabelecidos, por reconhecer potenciais inexplorados. Destacamos três exemplos importantes de contribuições desta natureza espalhados ao longo da década de 80.

William Reeves, trabalhando na Lucasfilm no começo daquela década, dá sequência as suas investigações acadêmicas em prol do aperfeiçoamento da técnica de *keyframe* por meio de maior controle nos frames intermediários.

Sabemos que a geração automática de frames intermediários constitui o principal mérito da animação por computador, mas até hoje ainda existem problemas de correspondência entre os frames chaves. No sistema pioneiro *Genesys* esta correspondência se dava na base de objeto para objeto ( ver p. 157 ), impraticável para figuras complexas. A técnica de esqueleto foi uma grande solução para modelos elaborados, porém tendo de resolver seus próprios entraves de implementação (ver p. 197 ). Reeves vai se inscrever nessa trajetória propondo um método de interpolação de frames chamado *moving point constraints*.

Neste método, além da inicial associação de movimento dada pelos *keyframes*, o animador podia especificar um conjunto adicional de correspondências para controlar a etapa intermediária de interpolação da figura. Essas correspondências (*constraints*) eram chamadas



de *moving points*, graficamente representadas por uma curva no espaço/tempo que associava a trajetória e aceleração de determinado ponto na figura animada (Reeves, 1981:263). Para controlar a aceleração, podia fazer uso da quantidade de *moving points* que fosse necessária, diminuindo o número de *keyframes* em seqüências detalhadas.

Reeves enfatizava a simplicidade e intuitividade do mecanismo para manipulação pelo animador (a aceleração dos *moving points* era indicada por linha tracejada, equivalente ao arranjo gráfico da animação tradicional), automatizando o máximo de tarefas para que o artista se concentrasse na análise artística do trabalho – associação de eventos numa trajetória da ação de um objeto por meio de refinamentos sucessivos da mecânica de movimento, apenas alterando parâmetros e verificando instantaneamente os ajustes num sistema de *pencil test* (p. 264).

Esta é a tendência: permitir mais controle sobre transformações, trajetórias e dinâmicas (variação de eventos) entre *keyframes* em sistemas de animação computadorizados.

O trabalho de Doris Kochanek e Richard Bartels (empreendimento canadense de 1984, envolvendo o National Film Board e a Universidade de Waterloo) com interpolação por *splines* em sistemas de animação baseado em *keyframe*, vai na mesma direção – incrementação dos parâmetros de controle da mecânica de movimento, aplicando os conceitos de *tensão*, *continuidade* e *desvio* no gráfico *spline* que representa (e afeta) a dinâmica do objeto. A idéia é justamente tirar vantagem da natureza altamente interativa da animação digital para ajustar os parâmetros da ação sem necessidade de acrescentar, configurar ou reposicionar qualquer *keyframe*.

O esquema funciona baseado na influência dos *keyframes* sobre a ação do objeto à sua volta e na transição entre um *keyframe* e outro. Os objetos numa seqüência de movimento podem ser descritos para o computador como uma coleção de pontos, assumindo que, para cada ponto em um *keyframe* haverá um ponto correspondente em todos os outros *keyframes*. Esses pontos chaves podem ser unidos por uma linha flexível (*spline*) que responde aos controles aplicados nos *keyframes*, afetando o comportamento do objeto durante a interpolação. Com a introdução dos parâmetros de tensão, continuidade e desvio, o animador ganha flexibilidade e independência para proceder a ajustes finos, modificando a interpolação automática padrão calculada pelo computador – quer seja localmente (agindo apenas na vizinhança de um *keyframe* específico) ou em âmbito global (incidindo na seqüência inteira) (Kochanek; Bartels, 1984:35).

Os dois pesquisadores informam que o sistema foi projetado para corresponder as estratégias da animação tradicional (p.40), mas também significativo para nossas observações são as palavras finais contidas na seção de agradecimentos do artigo, que enfatiza a importância do retorno dos animadores em projetos deste tipo, cujas “valiosas sugestões ajudaram a clarificar e refinar nossas idéias” (p.41). Entre os animadores do NFB especialmente citados como colaboradores estava René Jodoin (artista veterano, companheiro de produção de Norman McLaren) e Daniel Langlois (integrante do grupo de animação coordenado por Jodoin, além de criador do Softimage 3D).

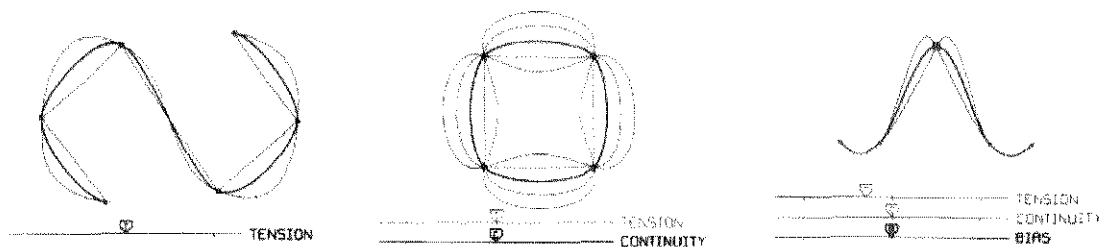


Fig. 167 Diversos valores de *tensão*, *continuidade* e *desvio*. Os gráficos mais escuros representam o comportamento padrão.

Tais esforços visando a melhoria de sistemas de animação não apresentariam tantos progressos se as próprias pesquisas que tratavam de descrever curvas complexas não apresentassem novos modelos matemáticos capazes de atender a demanda por mecanismos intuitivos com alto desempenho para efeito de edição.

Podemos verificar este tipo de contribuição em mais um trabalho de Richard Bartels (agora em parceria com David Forsey), cujo material teve origem com a experiência adquirida num projeto de construção de modelos articulados por meio de superfícies do tipo B-spline para fins de animação.

Problemas relacionados a manipulação refinada de superfícies curvas em circunstâncias especiais (como afetação indesejada de pontos de controle distantes da região de interesse), poderiam ser contornados por ajustes hierarquizados, significando a divisão de fragmentos da superfície em subfragmentos. Estas novas áreas possuíam vértices de controle com alcance limitado ao seu pequeno tamanho, restringindo a influência do refinamento à localidade desejada. Aliada a incorporação de técnicas complementares de edição, se chegava a uma eficiente maneira de manipular com grande controle superfícies de modelos 3D (Forsey; Bartels, 1988:210).

Que fique claro a importância para a evolução da computação gráfica daquelas técnicas e conceitos que estão na base do processo (polígonos, *splines*, *keyframe*, etc.), viabilizando a emergência das novidades e atuando junto com elas.

O enfoque a partir de agora vai para as novidades exclusivas da década de 80 que estabelecem abordagens completamente originais às maneiras então conhecidas para modelar e animar no computador. São métodos sofisticados na essência, mas procuram justamente facilitar (com notável expansão) o alcance expressivo, empregando o mínimo esforço. A vantagem está no desenvolvimento de algoritmos capazes de simular propriedades complexas de fenômenos naturais, para tanto bastando incorporar em sua estrutura leis físicas e regras biológicas que atuam na geração da forma e do movimento (com automatismo crescente de tarefas). Esta metodologia calcada em simples expressões matemáticas ficou conhecida genericamente por *procedural techniques* (técnicas de modelagem e animação por procedimento), devido sua aplicação indireta através de fórmulas e parâmetros. É a principal contribuição técnica desta década.

Objetos dotados de elasticidade, deformáveis, capazes de responder dinamicamente a simulação de estímulos físicos, era um débito que a computação gráfica tinha para com os animadores e começava a saldá-lo. A arte e a animação tradicional, que havia legado uma série de conceitos fundamentais ao desenvolvimento da computação gráfica, parecia esperar pela retribuição do novo aliado tecnológico, visando potencializar seu patrimônio estético/operacional para corresponder à exigência visual da sociedade do conhecimento.

Ao abraçar a simulação física, a tecnologia digital sem dúvida dava mais um passo decisivo para convencer os artistas da flexibilidade de seus recursos, seguindo (acertadamente) a trilha aberta pela abordagem tradicional da arte.

Bastaria olhar para as obras de arte do passado para flagrar a reverência do artista pela natureza. Acreditamos ser quase impossível alguém não perceber as implicações da física na representação de figuras humanas pelos artistas. Pode ser o músculo contraído para sugestão de esforço ou flácido pelo peso da idade (em acordo à força de gravidade). Leonardo da Vinci, que dedica bom espaço a estas questões em seu *Tratado da Pintura*, chamava atenção para a

correta equação envolvendo músculos em ação, quando alguns aparecem enrijecidos enquanto outros se distendem (da Vinci, 1975:225). Não é apenas uma questão de ser fiel a natureza, mas assinalar o significado expressivo presente nos gestos pela resposta anatômica a uma ação física. Também não se restringe ao corpo humano; pode ser observado na reação dos vegetais à ventania, na ondulação e caimento das vestimentas, na deformação ou rompimento de materiais mais ou menos rígidos, etc.

Por este aspecto a arte até se aproxima da ciência – muito mais que pelo mero emprego de uma linguagem (a matemática, por exemplo) ou uso de um instrumento sofisticado (o computador). Aquelas observações de caráter científico por parte dos artistas, resultado de incessante experimentação, proporcionaram descobertas que podem ser vistas nos quadros da tradição clássica, dando origem aos princípios (esquemas, técnicas) que fundamentavam a prática artística.

Aliás, o prestigiado historiador da arte Ernest Gombrich informa que “na tradição ocidental, a pintura tem sido tratada mesmo como ciência” (Gombrich, 1986:27). Ainda nesse texto, no qual Gombrich procura respaldar a necessidade de método na arte – daí a comparação com a ciência – para que esta possa proporcionar a ilusão (seu objetivo e sua razão de ser), ele cita uma frase do grande paisagista inglês John Constable (1776-1837), proferida durante as aulas que o artista ministrou na maturidade: “Pintar é uma ciência e deve ser praticada como uma investigação das leis da natureza. Por que, então, não pode o paisagismo ser considerado como um ramo da filosofia natural, da qual os quadros não passam de experiências ?” (p.27). Gombrich tem o cuidado de esclarecer que “filosofia natural” era a área de estudo que hoje chamamos física.

Na imagem em movimento o comportamento de qualquer objeto também teria de ser regulado em consideração às forças naturais. Inicialmente isto era feito por pura intuição. Mas não demorou para que os animadores partissem para a observação e experimentação dos efeitos da física na mecânica das criaturas animadas (lembrem da dedicação franciscana dos animadores da Disney que levou ao estabelecimento dos princípios fundamentais da animação; ver p. 57-70). Se desejassem explorar de maneira eficaz as forças naturais, seria necessário compreendê-las. Tinha de procurar entender como o objeto é afetado pela sujeição à gravidade ou ao atrito, por exemplo, e até que ponto o peso, o tamanho ou o material desse objeto influenciava a ação.

Havia outro fator adicional: a matéria viva, que tem vontade própria e pode reagir à incidência dos fenômenos da natureza, apresentando comportamento aleatório ainda que em função dessas forças básicas.

Existe, portanto, uma expectativa fundada na nossa experiência a respeito de como as coisas se comportam. Este é o ponto de partida, onde o artista começa pelo conhecimento de como os objetos e os seres vivos funcionam – mesmo que no mundo da imaginação as forças que governam o comportamento mecânico sejam por ele relativizadas em nome da interpretação criativa. John Halas e Roger Manwell (1979:62) afirmam com segurança: “Se fosse o mestre do animador de hoje, da Vinci provavelmente não permitiria que ele começasse a simbolizar o movimento sob a forma de desenho animado antes de compreender como esse movimento ocorre na natureza. A imaginação vem depois da análise científica, inspirando-se naquilo que é real”.

Bastaria saber que as leis da mecânica estabelecidas por Isaac Newton estão por trás da formulação de alguns dos mais importantes princípios artísticos da animação, como a antecipação, movimento secundário, continuidade/sobreposição, aceleração/desaceleração, compressão/estiramento e exageração. Associados a um outro princípio diretamente inspirado

do mundo real, a temporização, permitem ao animador encenar com suas figuras desenhadas desde o comportamento mais realista até a ação mais estapafúrdia.

Um detalhe importante dessas descobertas artísticas é que elas não são apenas técnicas, mas práticas conceituais, esquemas de aplicação universal que transcendem os recursos materiais, funcionando como guia no processo de criação visual (como ocorre com a perspectiva). Que não se esqueça disto ao abordarmos os métodos de trabalho no computador que empregam conceitos da física e da biologia, pois teremos a exata dimensão do alcance das técnicas digitais mais refinadas para a elaboração de trabalhos artísticos. Sim, porque essas tecnologias têm como característica (como de resto qualquer outro processo computacional) a execução de uma tarefa específica: ou respondem a colisões, ou simulam o crescimento de formas, ou automatiza certos movimentos, e assim vai. Até por isto espera-se que faça bem o que se propõe, através de comandos de fácil operação. É, portanto, uma característica típica de ferramenta – das mais interessantes, é verdade – mas que apenas integrada a um conjunto de recursos e condicionada à princípios artísticos pode vir a demonstrar eficiência estética.

Essas considerações se fazem necessárias na medida que desmistificam o fetiche criado em torno das conquistas da computação gráfica, cuja ciência a colocaria num plano infinitamente superior às estratégias visuais tradicionais, quando na realidade deve ser vista em linha direta com a evolução técnica na arte – que sempre manteve um diálogo com o pensamento de ponta (e não só com a tecnologia de ponta). Assim encarada, evita falsas impressões e garante o correto entendimento e possibilidade de seus recursos plásticos e mecânicos.

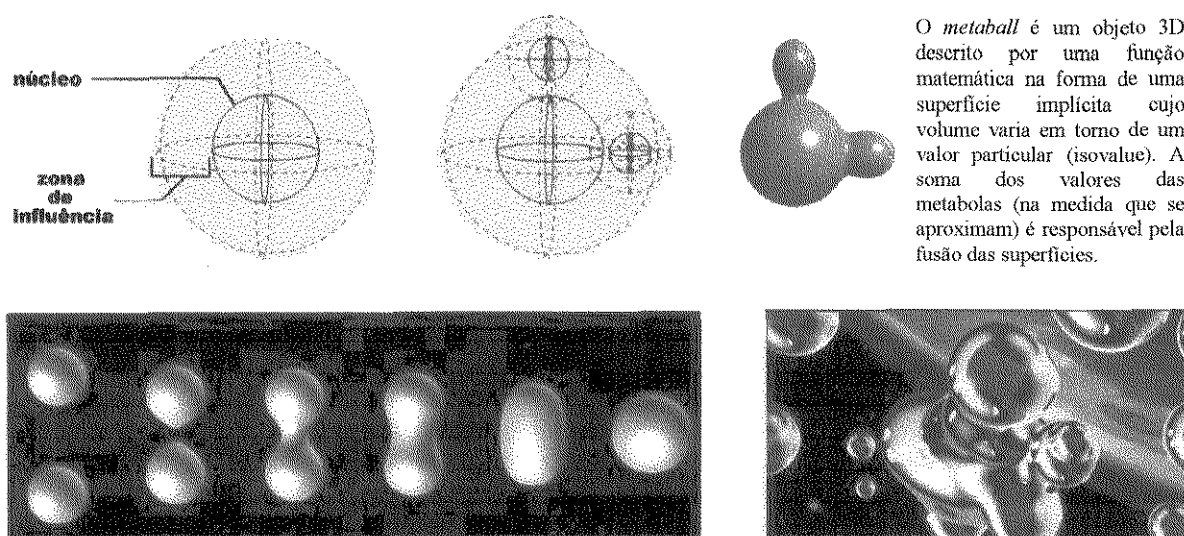
O aparecimento das técnicas de *metaballs* e *cinemática inversa* – ao lado dos autênticos métodos baseados em simulação física – contribuíram para a superação da estética digital mecânica que marcou os anos 60 e 70.

A modelagem por *metaballs* foi uma tecnologia desenvolvida simultaneamente no Japão e Estados Unidos no começo da década de 80 pelo grupo do pesquisador Koichi Ohmura e pelo cientista James Blinn – que usava a expressão “blobby model” para se referir ao mesmo conceito (Graves, 1993:27). Foi uma proposta criativa para o problema da limitação a formas regulares na modelagem 3D.

Um artista até podia confeccionar objetos arredondados e sem emendas trabalhando com polígonos, à custa de tedioso trabalho manual apenas razoavelmente convincente. Usando *metaballs* ele podia descrever objetos de formas curvas bem mais complicadas empregando menos elementos geométricos, além de obter um sofisticado modelo final com arquivo de dados reduzido. Isto era possível pela característica das metabolas de se fundirem umas com as outras, gerando figuras orgânicas de extrema suavidade. Trata-se de uma técnica de modelagem que define o objeto pela superfície sem no entanto fornecer primitivas explícitas para constituir-la – a estrutura do *metaball* opera baseado no conceito de densidade, ao invés de geometria (Muraki, 1991:228). Normalmente definido como objeto esférico, consiste de uma área visível (seu núcleo) circundada por um campo gravitacional chamado “zona de influência”. A intensidade da fusão entre as esferas vai depender da atribuição de seu peso (sua densidade, mais forte no núcleo), zona de influência e proximidade entre elas. A densidade da metabola diminui a medida que se afasta do núcleo, atingindo valor zero no limite da zona de influência. Alterando estes e outros parâmetros (como atribuição de hierarquia), obtemos uma gama variada de comportamento das metabolas, desde o controle da força de atração até a determinação de ligações explícitas ou aleatórias entre as esferas.

Quando animadas as metabolas reagem dinamicamente graças a constante regeneração formal, propagando-se em direção a força de atração da esfera mais próxima, podendo ocorrer rompimento de estruturas e novas aglutinações em efeitos espetaculares – como as gotas de metal líquido que se desprendem e flutuam pelo espaço ondulando feito gelatina, até serem reaglutinadas para formar o logotipo arredondado e metálico da Rede Globo de Televisão (vinheta concebida pelo artista Hans Donner em meados dos anos 90).

A despeito da maleabilidade das *metaballs* para geração de formas orgânicas, o artista fica preso a concepção de figuras arredondadas (exatamente o contrário da modelagem mecânica de formas rígidas), sem margem para esticar as esferas elementares, cortá-las ou submetê-las a operações de modelagem que não o agrupamento de esferas (ou geometrias similares surgidas posteriormente) – sem contar a destreza e o tempo necessário para a combinação manual de bola em bola (formando uma espécie de massa digital) no caso do desejo de obter modelos orgânicos bem definidos, como formas humanas. Trabalha-se muito na base de tentativa e erro, o que, convenhamos, limita bastante seu emprego.



O *metaball* é um objeto 3D descrito por uma função matemática na forma de uma superfície implícita cujo volume varia em torno de um valor particular (isovalue). A soma dos valores das metabolas (na medida que se aproximam) é responsável pela fusão das superfícies.

**Fig. 168** Diagrama mostrando a anatomia de uma metabola. Nas imagens coloridas, uma sequência que mostra a fusão das metabolas pela proximidade e fotograma da vinheta da Rede Globo de Televisão (HANS DONNER).

Para a área específica da animação 3D, o ano de 1985 marca o advento de uma técnica que veio solucionar um dos mais persistentes problemas enfrentados por artistas e cientistas: a habilidade de controlar figuras articuladas. Introduzida por Michael Girard e Anthony Maciejewski a partir dos estudos de robótica (1985:263), a cinemática inversa (*inverse kinematics*) foi um alento para a animação digital de personagens. Até seu aparecimento a animação de personagens 3D estava praticamente confinada a modelos simples desprovidos de pernas (se locomoviam saltando ou pulando)<sup>3</sup>, inviabilizando projetos cinematográficos ambiciosos. Isto se devia a infinidade de detalhes envolvidos na animação, por completo, de personagens com membros diretamente por *keyframe*. Uma tarefa extremamente laboriosa.

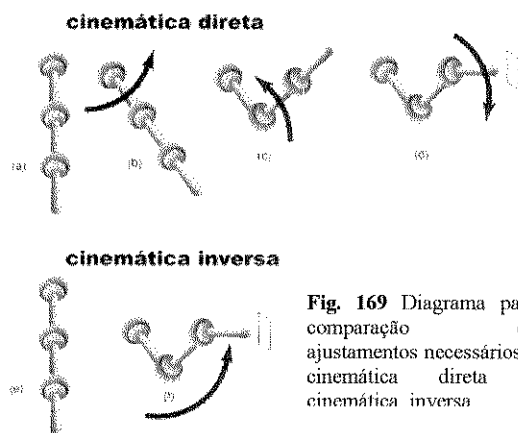
Com a cinemática inversa, ao invés de especificar explicitamente as posições do modelo, o animador determina o movimento com base em instruções implícitas ao sistema. Por exemplo, suponha que se deseje movimentar o braço para alcançar certo objeto. Na animação direta

<sup>3</sup> Não estamos considerando a animação por captura de movimento.

temos de rotacionar o braço na articulação do ombro, depois fazer o mesmo com o antebraço na articulação do cotovelo, em seguida girar o pulso e por fim o dedo. Invocando a cinemática inversa, basta mover o dedo até o objeto que o computador determina algoritmicamente o ajuste das demais partes do membro.

Este mecanismo aparentemente simples para nós é bem complexo de ser executado pela máquina, afinal o computador não tem noção do que seja uma posição ou movimento natural. Para resolver as equações necessárias dentro de um cenário possível, a cinemática inversa se apoia num modelo computacional baseado em dois conceitos chaves: *hierarquia* (parte de uma estrutura manda em outra parte, numa cadeia articulada) e *restrição de movimento* (o comportamento de uma parte em relação a outra). Depois de armar o esqueleto para indicação ao sistema da ordem hierárquica das ligações entre as partes, o animador deve informar ao programa como ele deseja que as juntas se comportem, portanto limitando as rotações nas articulações a certos eixos (x, y ou z) e ângulos ao longo destes eixos. De posse destas regras o computador calcula automaticamente como as conexões devem de movimentar, de modo que a estrutura apresente uma solução final (uma posição aceitável) que faça sentido.

Deve ser notado que a cinemática inversa não cria o movimento para o animador, mas alivia sua necessidade de ajustes gerais no modelo caso trabalhasse apenas com cinemática direta. E ainda que a propagação do ajuste automático por outras partes do modelo contribua para obtenção de posturas naturais, esse processo, que nem sempre é fisicamente correto, pode resultar numa sequência mecanicamente insatisfatória – exigindo a intervenção do artista para as correções necessárias visando atingir a caracterização desejada para a personagem.



**Fig. 169** Diagrama para comparação de ajustamentos necessários à cinemática direta e cinemática inversa

O auge da sofisticação na animação por computador fica por conta das técnicas de simulação dinâmica que tentam incorporar nos algoritmos regras de comportamentos complexos observados na natureza, envolvendo fenômenos físicos, leis biológicas e demais procedimentos associados que transcendem a estilização excessivamente geométrica e as ações rígidas e demasiadamente previsíveis da abordagem regular clássica da computação gráfica. Para isso, agrega níveis inéditos de automatismo nas operações de animação e modelagem, ampliando significativamente o âmbito das possibilidades expressivas no ambiente digital – evidentemente com destaque para o alcance quanto a representação do mundo real.

A principal referência dessas técnicas de modelagem dinâmica, o *sistema de partículas* (*particle systems*) foi também uma das mais engenhosas e originais contribuições para a computação gráfica. Desenvolvido por William Reeves na Lucasfilm no começo dos anos 80,

foi demonstrado pela primeira vez numa impressionante sequência repleta de efeitos digitais no filme *Jornada nas Estrelas II: A Ira de Khan* (ver p. 261), de 1982, e introduzida na literatura no ano seguinte.

O sistema de partículas modela coisas e fenômenos da natureza cuja forma muda constantemente através do tempo – coisas imprecisas como fumaça, água, fogo, vapores e um sem número de elementos em que a aparência é amorfa, mal definida. Portanto, muito difíceis de serem representados pelos métodos conhecidos baseados em superfície (primitivas, polígonos e fragmentos curvos) e mesmo por processo iterativo, estruturas auto-semelhantes como os fractais, inadequados para modelar substâncias completamente dispersas. Trata-se de uma coleção de pontos de existência individual que ao agrupar-se em ajuntamentos que mudam através do tempo assumem a aparência de coisas indistintas. Neste sistema, partículas nascem, vivem e morrem num determinado período de tempo, em acordo com regras que definem o comportamento equivalente ao elemento a ser representado, como água, fogo, penugem, borriço, espuma, etc. Durante sua vida elas estão sob controle dos atributos dinâmicos (forças físicas eletrostáticas, magnetismo, atrito, gravidade e detecção de colisão) com efeitos na densidade, aceleração e direção das partículas, além de ter seu estado alterado em relação a cor, brilho e opacidade (Reeves, 1983:360). Cada etapa corresponde a um procedimento com base em processo estocástico (aleatório). Para controlar o funcionamento do sistema, o artista conta com um conjunto de parâmetros que limita esta ação estocástica. Em geral, os parâmetros especificam uma faixa na qual os valores das partículas podem variar. A própria geração das partículas dentro do sistema já obedece a este controle estocástico, em que o artista determina o número de partículas que entra no sistema durante cada intervalo de tempo (p. 361); define a origem das partículas no espaço tridimensional, sua orientação no sistema de coordenadas e a região em que as partículas se movimentam. Enfim, possui uma margem de controle que lhe permite efetivamente criar a coisa desejada (aparência e coreografia do objeto fugidio).

Reeves (1983: 359,360) aponta três diferenças básicas entre o sistema de partículas e as representações orientadas à superfície normalmente empregadas em síntese de imagem digital:

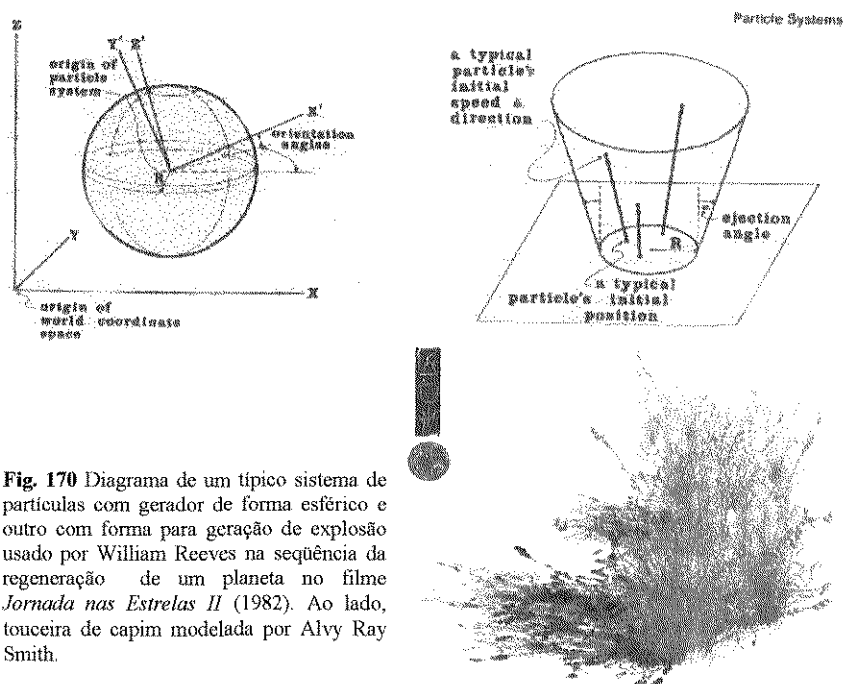
“Primeiro, um objeto não é representado por um conjunto de primitivas gráficas que o define por seus limites, mas como uma nuvem de partículas primitivas que define seu volume. Segundo, um sistema de partículas não é uma entidade estática, pois as partículas mudam de forma e se movem com a passagem do tempo. Novas partículas estão ‘nascendo’ e velhas partículas ‘morrem’. Terceiro, um objeto representado por um sistema de partículas não é determinístico, visto que sua configuração e forma não é completamente especificada. Ao invés disso, processos estocásticos são usados para criar e alterar a aparência do objeto”.

A flexibilidade desse sistema está justamente na característica de seu elemento constituinte básico: um mero ponto no espaço tridimensional – até ser renderizado, apenas uma localidade desse espaço (ver p. 142 ). Daí a facilidade de computação de milhares de partículas para produzir imagens complexas. Pelo fato de sua definição ser baseada em procedimento e controlada por processo aleatório, obter modelos muito detalhados não exige tanto esforço do designer, até porque esta propriedade ajusta o nível de detalhe para se adequar a proximidade de visão.

Uma prova desta flexibilidade é seu emprego para modelagem de plantas, demonstrado já naquela época numa minuciosa ilustração de uma touceira de capim, realizada por Alvy Ray



Smith (Reeves, 1983: 373, 374). As folhas da grama foram produzidas com sistema de partículas (ver figura abaixo). Mesmo se tratando de uma imagem estática, aqui o tempo continua desempenhando papel essencial. Gerando explosões de partículas (modelo semelhante ao usado para simular fogos de artifício), o programa registra a trajetória parabólica de cada partícula por toda sua existência. Esse “instantâneo” do histórico de vida das partículas surge com a aparência de folhas de grama. Repetindo o procedimento, chega-se a representação de um canteiro de grama ou mesmo de um campo inteiro.



**Fig. 170** Diagrama de um típico sistema de partículas com gerador de forma esférico e outro com forma para geração de explosão usado por William Reeves na sequência da regeneração de um planeta no filme *Jornada nas Estrelas II* (1982). Ao lado, touceira de capim modelada por Alvy Ray Smith.

Esta invenção notável de William Reeves não chega a ser inteiramente nova – o que não tira o mérito de seu sistema. No seu importante artigo ele enumera algumas aplicações que se valiam de coleções de partículas (p. 360). Cita a descrição de explosões por meio de uma infinidade de pequenos pontos brilhantes no pioneiro videogame *Spacewar* nos anos 60; Roger Wilson na Ohio State usou partículas para modelar fumaça nos anos 70; Alvy Ray Smith e James Blinn empregaram partículas para modelar a criação de estrelas e morte de galáxias para a série *Cosmos*, de Carl Sagan, em 1980; Blinn descreveu a manipulação de partículas para simulação de nevoeiro num artigo publicado em 1982 (ver p. 189), entre outras contribuições. Mas nestes modelos não havia o controle estocástico nem a aplicação de dinâmica às partículas, que efetivamente veio a resolver o problema da modelagem de fenômenos visuais de difícil formalização.

Pela época da introdução do sistema de partículas de Reeves havia uma excitação geral em torno das possibilidades de sistemas baseados em dinâmica. Esta tendência predomina até hoje, tendo expandido seu raio de ação. Nos anos 80 passara a ser vista como a “tábua de salvação” da computação gráfica, que enfim poderia alcançar o tão almejado reconhecimento da comunidade científica (Greenberg, 1988:7, 13).

Não demorou para que os conceitos de dinâmica fossem também aplicados em objetos com geometria, volume e área bem definidos. Afinal, como elementos de linguagem visual eles são indispensáveis para a representação do mundo visível. Além do que uma infinidade de

materiais, mesmo com superfície bem delimitada, sofre deformações em reação a forças físicas.

Esta parte da *modelagem dinâmica* (também conhecida como *modelagem física*), aplica os princípios da teoria da elasticidade para a formulação das técnicas de deformação. Os estudos desta área da física remontam ao século XIX (sem esquecer das leis da mecânica de Newton, que data do século XVII), cujos modelos matemáticos permaneceram essenciais aos métodos de simulação digital (Hahn, 1988:302, 303). Desenvolvendo os algoritmos apropriados para a tarefa, a deformação acaba sendo fácil de ser implementada, já que as forças da natureza e propriedades físicas dos objetos são memorizadas e levadas em consideração durante o cálculo numérico. Para isso, contar com operações de transformações não lineares (deformações) agindo abstratamente no modelo significaria vantagens tanto computacionais quanto de interação com o usuário. Aí reside o valor do trabalho de Alan Barr, que introduziu a deformação definida global e localmente como uma operação hierárquica para uso na modelagem sólida. Usando um objeto (um referencial) mais simples para efeito de cálculo, a deformação é transferida ao objeto mais complexo a ele associado (Barr, 1984:21). Por meio de operações rápidas e intuitivas um modelo geométrico podia ser curvado, torcido, afilado, comprimido, expandido, etc., sem que esta transição de forma dependesse de especificidades da superfície do modelo. Uma vantagem adicional deste método estava no pequeno volume de dados resultante.

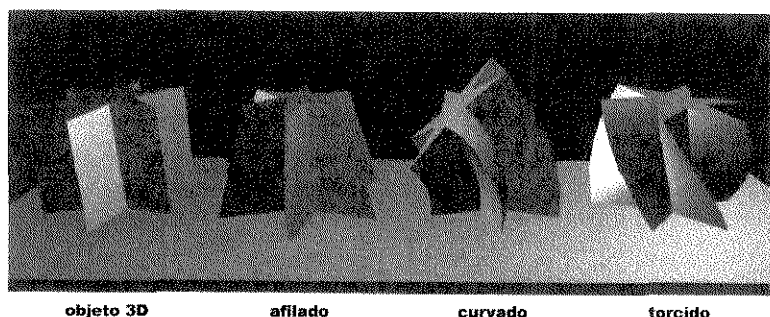


Fig. 171 Padrões de deformação: afilar, curvar, torcer.

Deste ponto emergiram importantes formulações que ajudaram a viabilizar a modelagem dinâmica, expandindo aquelas abordagens pelo acréscimo de equações e algoritmos com ação de governo na evolução das deformações – portanto, envolvendo recursos de animação. Entretanto, ao invés de posicionar manualmente os objetos onde se supõe que eles devam estar, modelamos as forças físicas que atuam sobre o objeto, ocasionando seu movimento como resposta às ações externas. Por exemplo, a distância que um objeto (uma bola) percorre ao ser impulsionada pelo vento é uma função da lei da gravidade.

Podemos afirmar que, na modelagem dinâmica, os objetos são criados em consideração a um sistema físico, subordinados às suas leis, deformando e se movimentando pelo espaço a partir da interação com o sistema.

Num trabalho clássico sobre o assunto, Demetri Terzopoulos e col. (1987:205) chama de “ativos” estes modelos elasticamente deformáveis, pois embora sejam geometricamente construídos de maneira tradicional em respeito as regras do espaço euclidiano, a eles são incorporados os princípios da física que lhes permitem representar as alterações de forma e movimento de materiais deformáveis. Simulando propriedades físicas dos objetos como massa e flexibilidade, forças externas como fricção e gravidade, além de considerar a

capacidade de detectar colisão, a computação gráfica poderia gerar movimentos realistas com base no comportamento dinâmico desses objetos – simplificando, de maneira significativa, a animação de formas complexas.

A matemática subjacente a tal mecanismo envolve uma função de tempo, organizada na forma de uma equação que estabelece relações entre as coordenadas materiais do objeto (as posições de seus pontos no espaço), as forças externas e as propriedades do objeto (Terzopoulos e col., 1987:206); complementada por fórmulas que respondem a aspectos importantes do processo, como a energia empregada para definir o potencial elástico de deformação (p. 207).

Fornecendo ao programa os dados referentes as propriedades físicas do objeto e as forças físicas que atuam sobre ele, o cálculo automático do movimento do objeto através do tempo nos dá a simulação do seu comportamento dinâmico. A massa de um objeto é resultado da multiplicação de seu volume por sua densidade ( $m = d \cdot v$ ). A força, produto da massa vezes a aceleração ( $f = m \cdot a$ ), varia em tipos e direção, mas, resumindo, a simulação dinâmica calcula a aceleração de um objeto com uma certa massa quando uma força lhe é aplicada. O movimento é calculado pelo efeito da aceleração no objeto ao longo da distância e do tempo, definindo a velocidade e posição do objeto durante a trajetória.

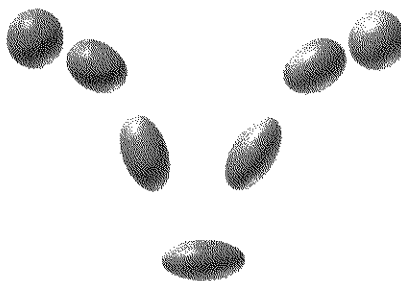


Fig. 172 Modelagem dinâmica.

Toda esta ciência só teria serventia para a arte caso sua aplicação fosse intuitiva e facilmente controlada pelo animador. Qualquer pessoa sabe, por experiência própria, que a massa de um objeto influencia seu comportamento perante a ação de uma força física. Para obter a massa de uma esfera, o usuário só precisaria assinalar um valor para a densidade (bastando mover uma seta ou digitar um número), ficando a cargo do *software* o cálculo da operação (ao selecionar o objeto em questão, o programa já identifica suas coordenadas geométricas, inferindo o volume).

Agora, imagine o leitor, se ao invés de uma simples esfera a dinâmica fosse aplicada num modelo composto de materiais diferentes, uma estrutura orgânica com ossos e músculos ou uma estrutura mecânica com metais e borrachas. Estes materiais reagem diferentemente a aplicação das mesmas forças, e se a intenção da animação é artística há que existir uma combinação do realismo da simulação dinâmica e a intenção expressiva do artista.

Uma série de soluções engenhosas surgem dos laboratórios para resolver estes problemas e dar eficiência a modelagem dinâmica, e constatamos, na vasta bibliografia consultada, uma preocupação generalizada dos pesquisadores em desenvolver sistemas considerando, sempre, a natureza do trabalho do animador. A eficiência do sistema estaria em aproximar-se da abordagem visual tradicional ao mesmo tempo que contorna as limitações dos recursos então empregados. Destacamos outras contribuições que ajudaram a tornar prático o uso da modelagem dinâmica.

Paul Isaacs e Michael Cohen (1987:215-224) apresentam o sistema *DYNAmic MOTion*, introduzindo três maneiras de controle da simulação dinâmica: *kinematic constraints*,

*behavior functions* e *inverse dynamics*. Estas formulações obtiveram grande sucesso, posteriormente integrando diversos sistemas comerciais. Com estas técnicas os cientistas visavam exatamente explorar a vantagem da simulação sem que o animador perdesse o controle da situação para as forças atuantes, nem que este controle quebrasse a integridade da dinâmica. Desenvolvido para animação de figuras articuladas, o recurso de *constraints* garantia a especificação explícita de movimento para partes do modelo deixando que o resto do corpo reagisse a dinâmica criada por este movimento; *behavior functions* garantia a interação da figura com as forças físicas em ação; com a *inverse dynamics* o sistema calculava o movimento necessário para atender a uma ação previamente especificada pelo animador, considerando as forças físicas atuantes.

A incorporação dessas três técnicas de animação dentro de um sistema coerente único dependia da organização estrutural do modelo articulado. Cada conexão entre partes do modelo tinha referências de tamanho, forma, massa, centro de gravidade e momento de inércia. Nas juntas estava associado o tipo e extensão do movimento de rotação dos membros, embutindo ainda a idéia de *molas* e *amortecedores*, que atuavam exercendo força interna e torque. Músculos podiam ser representados como entidades físicas anexadas aos membros, vindo a formar uma completa descrição do estado de um sistema dinâmico em qualquer momento (Isaacs; Cohen, 1987:217).

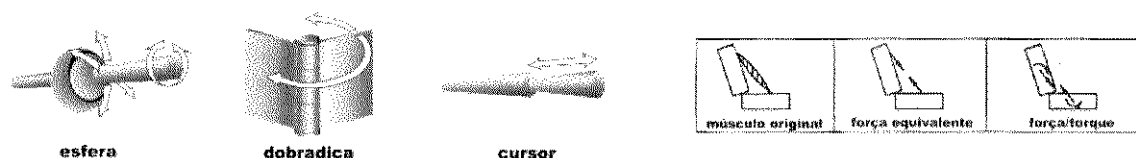


Fig. 173 Simulações físicas de alguns tipos de articulação/limitação de movimento e da ação de um músculo.

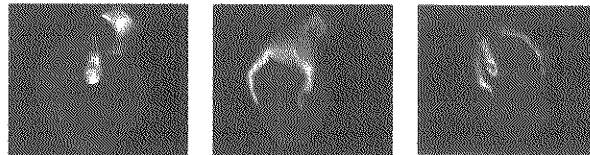
Matthew Moore e Jane Wilhelms (1988:289-298) avançam na análise dos métodos de detecção e resposta de colisão, preocupados em economizar o tempo do animador na aquisição de movimentos realistas. Verificam que o método baseado em *molas temporárias* introduzidas nos pontos de colisão é de utilização mais ampla e funcionaria melhor em impactos moderados enquanto a *solução analítica* seria a escolha para fortes impactos (devido sua aplicação a corpos rígidos articulados, que conservam o momento durante a colisão). Concluem pela combinação de ambos os métodos.

Partindo da identificação das principais restrições envolvidas na modelagem dinâmica – difícil implementação, difícil controle, lentidão na computação – que a impediam de, até então, se tornar uma técnica usual na animação computadorizada, Ronen Barzel e Alan Barr (1988:179-188) propõem um sistema com ênfase na dinâmica das ligações limitantes de ações (*constraints*). Modelando com *dynamic constraints*, os objetos são construídos especificando as limitações geométricas, a partir de onde os modelos se ajustam ao se movimentarem, satisfazendo os limites estabelecidos – que por sua vez pesquisa numa livreria, contendo um conjunto de forças de atuação interna ao modelo, aquela que melhor faz o corpo movimentar em acordo com a limitação. Descobrir essas forças é um problema de dinâmica inversa (*inverse dynamic*).

Uma proposta ainda mais voltada ao emprego de sofisticados recursos da engenharia (robótica e biomecânica) é empreendida por Jean-Paul Gourret e col. (1989:21-30). Valendo-

se das possibilidades do computador digital que tornou prático a teoria dos elementos finitos<sup>4</sup>, os pesquisadores adotaram métodos numéricos baseados nesta teoria para simular tanto o movimento quanto a forma dos objetos em acordo com as leis da física, como também as deformações de matérias (músculos, por exemplo) por causa da força de contato entre esta e o objeto (p.22). No caso de uma mão segurando um objeto, há uma troca de informação que leva em conta a força ativa dos dedos no objeto e a força reativa do objeto nos dedos. Entretanto, ao invés da solução por meio de forças pré-estabelecidas utilizadas em robótica para o controle da interação, na animação computadorizada foi usado o processo de deslocamento pré-estabelecido na etapa de resposta à pressão do sistema (p.26).

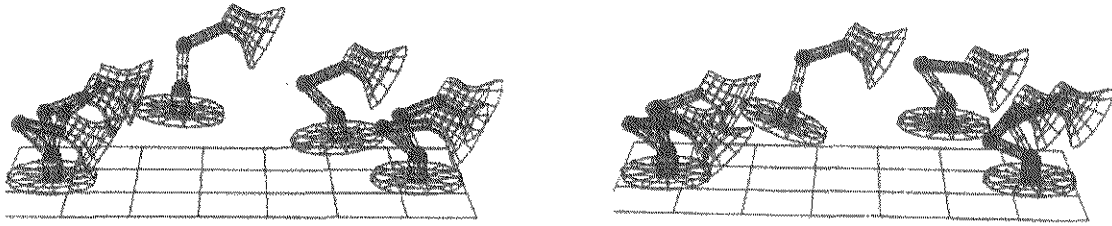
**Fig. 174** Várias vistas de uma bola reagindo ao aperto da mão com base em sua pressão interna (GOURRET e col.).



Conceitualmente, duas das mais inovadoras propostas envolvendo dinâmica surgida nos anos 80 compartilharam a influência de princípios artísticos difundidos no meio científico da computação gráfica por intermédio do animador John Lasseter. Lasseter apresentou um trabalho de enorme repercussão no SIGGRAPH de 1987, que explicava como os princípios fundamentais da animação poderiam ser adaptados à animação computadorizada 3D (vamos dar atenção a este trabalho e seu autor logo a seguir, ao entrarmos na discussão artística referente à década de 80). Dois pontos enfatizados por estes princípios (cuja principal fonte é o magnífico livro *The Illusion of Life* escrito pelos veteranos animadores da Disney Frank Thomas e Ollie Johnston) são a filosofia hierárquica da construção por camada e o foco não no problema de simplesmente obter o movimento, mas *como* este movimento é executado pelo personagem animado.

Este último aspecto responde pelo diferencial na proposta de sistema dinâmico formulada por Andrew Witkin e Michael Kass (1988:159-168). Chamada por eles de *spacetime constraints*, ambicionava definir um movimento fisicamente válido a partir da especificação de uma meta a ser cumprida pelo personagem. Este movimento coordenado automaticamente seria alcançado pela formalização algorítmica daqueles princípios artísticos da animação de intensa base mecânica (antecipação, compressão/estiramento, movimento secundário, etc.), caracterizando os propósitos do movimento. Compreenderia, pois, um problema de otimização do conceito de *constraint*, cujos requerimentos envolveria a estrutura física do personagem (geometria, massa, ligações, etc.), recursos físicos para movimento do personagem (músculos, piso, obstáculos, etc.), especificação de *o que* o personagem teria de fazer e *como* o movimento deveria ser executado. Atingir uma meta (*goal*) do movimento é uma tarefa que está vinculada ao *constraint* (associação limitante) da velocidade e posição inicial, final ou intermediária do personagem (p. 160). Pequenas mudanças nas metas do movimento ou atributos físicos do personagem resultaria em variações na mecânica básica.

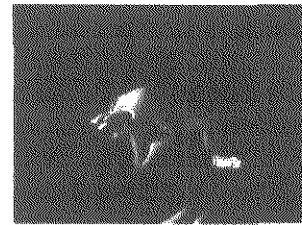
<sup>4</sup> Neste método uma estrutura complexa é dividida em sub-regiões (elementos) em condições diferenciadas de equilíbrio. Submetida a esforços compatíveis, chega-se a uma completa análise da distribuição de tensão e esforço através da estrutura ("solids mechanics" Encyclopaedia Britannica Online).



**Fig. 175** Conceitos de animação como antecipação, comprimir/esticar e continuidade são visíveis nestas seqüências. No gráfico da direita o abajour teve o valor da massa de sua base aumentado, produzindo um movimento em acordo ao novo parâmetro (WITKIN/KASS).

Apoiando-se na estratégia de construção hierárquica tradicionalmente empregada na arte para desenho e animação de personagens, John Chadwick e col. (1989:243-252) propuseram uma abordagem computadorizada para a construção por camada de personagens animados dinâmicos. Indo além de tentativas anteriores (ver p. 197 ), esta solução apresenta quatro níveis de camadas, assim discriminadas: especificação de movimento, esqueleto, transição de forma e descrição de superfície (p. 245). As camadas são construídas por adição, metodologia que permite isolar parâmetros e proceder ao acréscimo de características. O animador estabelece várias relações entre as camadas aplicando *constraints*. As camadas são definidas pela fixação de parâmetros e condições das *constraints*. Com isto pode-se descrever *como* o personagem se move e não ficar limitado a condução explícita do movimento, proporcionando uma maneira efetiva para criação de ações complexas. É também mais um esforço de formalizar modelos computacionais calcados nos princípios fundamentais da animação clássica (compressão/estiramento, continuidade/sobreposição, aceleração/desaceleração, etc.) confirmando o fortalecimento do conceito de “animação comportamental” que emergia como abordagem de ponta na animação feita por computador. Para o animador, modelos comportamentais não só permitem um alto nível de controle do movimento, mas apresentam uma maneira mais natural de animar personagens 3D.

**Fig. 176** Esqueleto simplificado e hierarquizado para aplicação de *constraints*. No teste da animação, o primeiro frame à direita mostra a deformação dinâmica no queixo do personagem; no frame seguinte a deformação é observada no movimento do braço (CHADWICK e col.).



Este novo campo de pesquisas visando automação do movimento constitui um dos ramos mais promissores à elevação da animação a uma condição expressiva completamente inusitada. Representa a última grande fronteira desbravada nos anos 80 – com a ressalva de sempre encontrarmos trabalhos anteriores numa linha de investigação semelhante que não tiveram maiores conseqüências por deficiência tecnológica da época ou por não despertar interesse suficiente num primeiro momento (sem falar nos trabalhos de referência na área da biologia e robótica que forneceram as bases para estes algoritmos).

Fazendo parte do método genérico de geração de imagens por procedimento, a *animação comportamental* (*behavioral animation*) forma com outras técnicas algorítmicas (*growth simulation* e *genetic algorithms*) a linha de frente das abordagens de visualização fortemente

baseadas em regras de conduta – séries de atributos e parâmetros que governam a construção e a animação do modelo.

Muitos pesquisadores têm se voltado para estas aplicações, entre os quais poderíamos destacar o grupo de computação gráfica da Ohio State University. Pela época em que a Ohio State nos legou a técnica de *inverse kinematics* (meados dos anos 80), pesquisas estavam sendo conduzidas para tratar do controle de figuras articuladas através de “ordens” que dirigiam ações específicas – para agir (se comportar) da maneira especificada pelo animador, estas ordens eram interpretadas como tarefas ao nível de rotinas (seções de código) fornecidas por uma livraria de movimentos (Chadwick e col. 1989:244). Um exemplo famoso do resultado destas pesquisas foi a animação do personagem “George”, por David Zeltzer e Donald Stredney (Rivlin, 1986:121, 255), um esqueleto humano devidamente hierarquizado em sua estrutura cuja performance mecânica obedecia a simples instruções. Por exemplo, a ordem “pular” ativava uma seqüência que envolvia ações como agachar, impulsionar, suspender-se e aterrizar.

Quando da passagem para a década de 90, esta linha de investigação já caracterizava uma técnica bem definida, com denominações como *goal-oriented animation*, *intention-based* ou *automated animation* (Kerlow, 1996:293), embora só viesse a ser disponibilizada comercialmente, de forma tímida, na segunda metade dos anos 90. Contando com recursos aprimorados de “inteligência artificial”, a partir da definição de um conjunto de regras e procedimentos o personagem é capaz de analisar o ambiente e escolher a melhor maneira de realizar a tarefa. Estão incluídos no sistema módulos de cinemática inversa e movimentos dinâmicos, pois o personagem reage mecanicamente (inclusive manipulando objetos no ambiente) para atingir o objetivo em questão. A tendência é proporcionar a maior autonomia possível ao personagem, indo desde a habilidade de elaborar estratégias para alcançar a meta até avaliar procedimentos já experimentados para decidir a conduta que garanta o sucesso da ação. A complicação de implementar tal sistema tem levado a projetos especializados, nos quais o programa permite a execução de movimentos específicos ou viabiliza o alcance de metas também específicas. Continua o desafio enfrentado para fazer estes sistemas levar a cabo seqüências complexas de movimento e simular convincentemente a mecânica humana.

Outra contribuição relevante para a idéia de animação baseada na descrição de comportamento foi dada por Craig Reynolds. Seu interesse nesta área remonta a década de 70, conseguindo grande repercussão na segunda metade dos anos 80 com a divulgação do trabalho intitulado *Flocks, Herds and Schools: A Distributed Behavioral Model* (1987:25-34), que trata da animação de multidões.

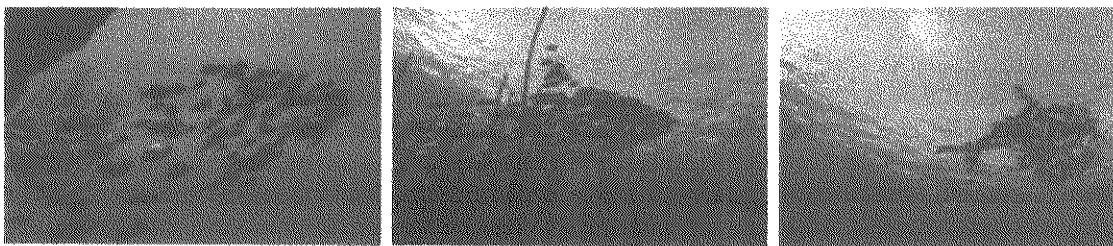
Animar multidões sempre foi um problema para a animação tradicional. São doze desenhos por segundo, pelo menos, para animar um personagem. Imagine dezenas, centenas de figuras com movimentos diferenciados! Se tiver de colocar sombras e individualizar detalhes, então nem é bom pensar. Por isto se evitava cenas de multidões. Tendo de enfrentá-las, normalmente eram representadas como um conjunto estático, inserindo uma ou outra figura móvel com movimentos repetitivos para disfarçar. Além de tornar menos crível as cenas populosas, perdia-se uma grande chance de explorar coreografias de grupos com forte apelo visual. Por aí dá para perceber os benefícios trazidos por um método computadorizado.

Inicialmente, se tomou o movimento agregado de pássaros e peixes como modelo para simulação no computador da animação de multidões. O movimento geral de um bando podia ser obtido considerando o comportamento de cada indivíduo e a interação estabelecida entre eles. Formulando um modelo de pássaro que levasse em conta seu mecanismo de percepção e a física envolvida no voo, bastaria multiplicar o número de pássaros e colocá-los para interagir



a fim de recriar a simulação do bando voando. Estas informações ordenadas numa série de regras constitui o modelo de comportamento que, aliado a outros parâmetros definidos pelo animador, responde pela animação do bando de pássaros. O comportamento do bando apresenta variáveis que caracterizam a evolução do voo, incluindo regras básicas tais como evitar colisão, voar na velocidade dos companheiros e procurar ficar junto do bando (Reynolds, 1987:28). Depois de programada a ação a ser executada, os membros do bando têm a liberdade de escolher o caminho e variar a velocidade ao longo do percurso, embora sempre coordenando seus movimentos em atenção aos dos companheiros. Um indivíduo pode arbitrar uma manobra frente a um obstáculo ainda que esteja afrontando a regra básica de manter-se unido ao bando, pois ele consegue priorizar (temporariamente) uma ação que o livre do desastre.

Mas o mecanismo de percepção desses modelos digitais não se baseia em simulação de animais reais. A orientação é feita por um sistema de coordenadas no qual o eixo esquerda/direita fica na coordenada  $x$ , o eixo acima/abaixo é no  $y$ , e dianteira/traseira é  $z$  – o mesmo utilizado na orientação de aeronaves. As distâncias são medidas a partir do ponto de interseção dos eixos, fornecendo dados de posição, orientação e velocidade de todos os objetos no ambiente através de acesso direto a um banco de dados geométrico por parte das criaturas digitais. Para tornar eficiente esse sistema ele deve ter uma abrangência limitada e localizada do espaço. Para tanto, a vizinhança de cada criatura do bando é definida como uma zona esférica de sensibilidade, centralizada na origem local do próprio modelo. Quanto mais afastado do modelo menos perceptíveis se tornam os objetos, portanto diminuindo a magnitude de sensibilidade. Almejando um comportamento mais realista, o campo de sensibilidade é exagerado na direção frontal, aumentando proporcionalmente à velocidade, já que mais rapidez exige maior capacidade perceptiva (p. 27, 29).



**Fig. 177 Flock Animation.** Um cardume é conduzido à assumir a forma de um grande peixe pela definição de parâmetros comportamentais (Rhythm & Hues).

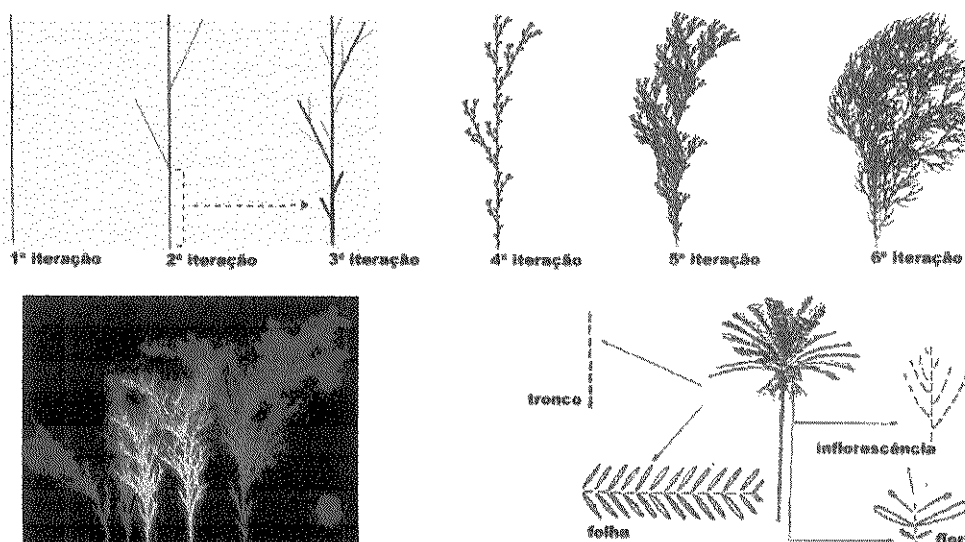
Como deve ter sido notado, existe semelhanças entre este método de animação de multidão (em inglês, *flock animation*) e a técnica do sistema de partículas (*particle systems*). Realmente o *flock animation* é uma elaboração do *particle system*, em que as partículas são substituídas por verdadeiras formas geométricas portando um sistema completo de coordenadas local (Reynolds, 1987:26). Além de visualmente mais significativo, esta maior habilidade de orientação leva a manifestação de um comportamento mais complexo.

Em vista disso se optou pelo conceito de *objeto* – no sentido da programação orientada a objeto (ver p. 173) – como modelo computacional mais apropriado à implementação da técnica. O comportamento estabelecido na forma de regras e demais informações acerca de cada membro na multidão estariam confinados neste tipo de estrutura de dados, o objeto, aqui chamado de *ator* – uma abstração computacional com todos os dados necessários para a troca de informação com outras entidades semelhantes, capaz de se auto-organizar com base nesta interação. Já vimos como este tipo de estrutura é adequada para controle pelo animador.

Mais uma abordagem que se vale de entidades geométricas é conhecida genericamente por *growth simulation*, expressão que está associada a técnicas de procedimento que descrevem formas naturais com base na simulação dos processos verificados na natureza. Em si não é uma técnica de modelagem, mas um conceito para geração automática de padrões morfológicos complexos governado por leis de desenvolvimento. Neste sentido poderia empregar técnicas já estudadas para simular o crescimento de organismos, como fractais, sistema de partículas ou metabolas. Mas envolve, particularmente, técnicas que surgiram já orientadas por seus princípios visando aplicações específicas, caso do procedimento conhecido como *L-systems* (abreviatura para *Lindenmayer systems*), que descreve processos de crescimento de plantas – principal destino desta tecnologia.

Codificando características do desenvolvimento de plantas numa série de procedimentos (incorporando regras de estrutura botânica e resposta a fatores como luminosidade, passagem do tempo, densidade do plantio, uso de fertilizantes, etc.), a modelagem de plantas passava a contar com a simulação fiel da arquitetura dos vegetais e seu processo de crescimento.

O biólogo Aristide Lindenmayer formulou nos anos 60 (século XX) os modelos matemáticos utilizados em muitas das técnicas que descrevem o processo de crescimento de plantas (Kerlow, 1996:85). O método de *graftals* (graph + fractal) introduzido por Alvy Ray Smith no começo dos anos 80, é baseado nesta gramática. Uma imagem graftal é criada por divisão recursiva de uma forma básica (uma entidade geométrica simples representando um galho ou uma folha) de acordo com uma regra específica. Poucas formas básicas compõem o “alfabeto” de entidades geométricas, organizadas numa cadeia de dados simples para formar uma planta a partir da sintaxe definida pelo usuário. Uma árvore pode ser criada partindo de um galho. Este galho é repetido em certos pontos (atendendo a uma regra de substituição), formando ramos menores que seguem com o processo de iteração, nas mesmas proporções do galho original, até chegar ao número de subdivisões que satisfaça o usuário (Rivlin, 1986:252). Neste ponto as folhas são adicionadas também seguindo regras preestabelecidas.



**Fig. 178** Iteração de forma básica na simulação de crescimento de planta. Na imagem colorida (de ALVY RAY SMITH) temos vegetais obtidos por este processo (técnica de *graftal*). Ao seu lado quatro estruturas de dados de uma palmeira que compõem uma livreria de componentes botânicos para geração “espontânea” de plantas (PHILIPPE DE REFFYE e col).

Apesar de eficiente, a técnica de graftals não visava obter a reprodução de plantas conhecidas da natureza, mas gerar vegetais abstratos, um arbusto ou árvore qualquer. A simulação de crescimento propriamente dita é baseada em acurada aproximação do desenvolvimento botânico de espécies verdadeiras, considerando características específicas quando da elaboração de um modelo matemático. Porém, visto que uma larga variedade de plantas partilham estratégias de crescimento e construção de formas, um modelo padrão pode fornecer as diretrizes gerais da evolução de uma classe de arquitetura vegetal. No modelo descrito por Phillipe de Reffye e col.(1988:153), a simulação toma por base o funcionamento do meristema, tecido embrionário indiferenciado, caracterizado por três importantes fenômenos: crescimento, ramificação e mortalidade, devidamente discretizados numa unidade de tempo (dada por um pormenor da ramificação da planta) que também regula a ação dos demais parâmetros responsáveis pelo controle de aspectos cada vez mais particulares de tipos vegetais.

O processo todo, como diz Phillipe de Reffye e col., é de natureza quantitativa (portanto, exclui aspectos qualitativos), mesmo levando em conta as mais elaboradas técnicas de simulação de crescimento, como aquelas que consideram a interação entre componentes estruturais, com atributos de uma linhagem sendo transferidos de um nível ao outro ao longo da ramificação da planta. Uma livreria de formas contendo os componentes botânicos fornece os elementos geométricos que são associados para visualização da planta em seus diversos estágios (ver figura acima).

Uma possibilidade muito interessante é a geração de formas que parecem naturais mas que não existem na natureza, usando os mesmos princípios da simulação de crescimento de espécies reais. Ainda contando com os mesmos princípios mas arbitrando parâmetros não botânicos, podemos obter organismos inexistentes, formas completamente estranhas.

Como consequência da codificação matemática de regras biológicas, estas formas artificiais de vida no computador logo puderam dispor de um código genético, introduzindo conceitos de seleção, variação, herança, mutação e outros princípios fundamentais da teoria da evolução, originalmente descrita em 1859 pelo naturalista Charles Darwin no clássico *A Origem das Espécies* ( 1982: 75-102 ). Chegamos ao ponto alto do emprego de *algoritmos genéticos* na modelagem em computação gráfica. Desde os anos 70, a utilização de programas de computador capazes de se auto-reproduzir sujeitos à competição e mutação, como os organismos fazem no mundo real, já vinham sendo tentados por programadores e biólogos (Lewin, 1994:105-130). Jogos eletrônicos simples dos anos 70 e mesmo a idéia de vírus de computador já traziam elementos de vida artificial cibernética. Mas programadores e artistas realmente interessados em explorar as possibilidades expressivas visuais de tais recursos vêm a mostrar seus trabalhos na passagem da década de 1980 para 1990, abrindo um novo e estimulante campo de experimentos artísticos. Karl Sims, um destes pioneiros, publica em 1991 o artigo *Artificial Evolution for Computer Graphics*, onde procura definir a nova área ao mesmo tempo que fornece exemplos de suas produções iniciadas pelo final dos anos 80. Em seu texto Sims dá crédito a J.H. Holland como primeiro desenvolvedor de algoritmos genéticos na primeira metade dos anos 70 (p.320) e descreve o uso da técnica evolucionista para criar simulações complexas de formas, texturas e movimentos de interesse para computação gráfica e animação.

Neste método o programa trata de reproduzir características presentes em “criaturas” preexistentes no sistema (como tipos de vegetais ou animais)lançando mão dos mesmos processos disponíveis na natureza. Assim, uma criatura pode acasalar com outra, gerando uma

nova forma por cruzamento – uma das maneira de obter combinações genéticas . Um organismo está sujeito ainda a sofrer mutações como recurso evolutivo e variações das estratégias de reprodução podem ser experimentadas. Para usufruir destes recursos o programa tem de lidar com conceitos de genótipo e fenótipo. Genótipos são representados nos algoritmos genéticos como *strings* de dígitos binários, conjuntos de parâmetros para procedimento ou expressões simbólicas (Sims, 1991:319-320). O fenótipo é a forma resultante de uma composição de gens. No programa de evolução artificial a seleção é conduzida pelo usuário ao escolher os fenótipos entre exemplares dispostos numa livraria. Feita a escolha, o processo de desenvolvimento de novas formas pode ser iniciado, ativando uma expressão que lê e executa as informações do conjunto de regras de procedimento (os parâmetros genéticos). A estrutura resultante pode ser salva para manipulação posterior.

Dentre os critérios de seleção pode se estabelecer determinadas condições para testar aptidões atribuídas a uma série de organismos. As criaturas mais aptas são selecionadas automaticamente pelo programa para gerar descendência (Sims, 1991:326). Na continuação desse trabalho pelo começo dos anos 90, Karl Sims constrói simples criaturas tridimensionais com algoritmos genéticos definindo formas e movimentos. Ao especificar condições de locomoção como critério de seleção, o programador condicionava a evolução das espécies sintéticas à procura da otimização de um objetivo mecânico, desta maneira congregando técnicas de animação comportamental do tipo *goal-oriented animation* e simulação de crescimento (Kerlow, 1996: 296-298 ). O projeto de algoritmo genético é arrebatador. Em resumo, propõe a evolução artificial como procedimento capaz de criação visual complexa com um mínimo de esforço da parte do usuário, sequer requerendo seu entendimento do processo subjacente envolvido (Sims, 1991:319).



**Fig. 179** Criatura resultante de simulação de evolução genética definida pelo critério principal da otimização do movimento (KARL SIMS). Na imagem colorida o crescimento da floresta também obedece a um processo evolucionista (KARL SIMS).



Não é de admirar que frente a realizações tecnológicas desta envergadura envolvendo produção visual sejamos atordoados por pensamentos mirabolantes acerca da arte. Nada mais natural para uma área da atividade humana que vive de chafurdar no reino da fantasia! Deliramos a respeito da possibilidade de imersão virtual eletrônica envolvendo interação dinâmica com seres sintéticos saídos da nossa imaginação – no SIGGRAPH de 1988 foi realizada a primeira demonstração pública de ambiente de realidade virtual (Rosebush; Sylvan, 1992:125). O problema é que as possibilidades de fruição da obra artística em um nível de envolvimento jamais experimentado têm frequentemente prejudicado tentativas de avaliação da computação gráfica enquanto técnica expressiva. É certo que a forma de apreciação da obra é parte significativa do processo de comunicação visual, mas querer aferir a pertinência da exploração artística consistente desta leva de recursos digitais, implica em abrir mão de qualquer outro aspecto envolvido na produção visual que não a eficiência da técnica enquanto ferramenta de construção plástica e implementação da mecânica de animação.

Isto quer dizer que nossa atenção deve estar voltada para a flexibilidade dos novos recursos em lidar com os elementos básicos da linguagem visual (linha, superfície, volume, luz e cor) mais os princípios fundamentais da animação (ver p. 68 ). A comparação é feita com os materiais tradicionais e apenas no âmbito da computação 3D, embora uma descrição minuciosa de cada conceito e princípio tratado das duas maneiras esteja fora das pretensões deste trabalho (uma averiguação desta natureza merece ser empreendida como pesquisa autônoma). Entretanto, teceremos algumas considerações com base nessa orientação de modo que forneça subsídios que justifique as opiniões expressas nesse nosso estudo.

Uma particularidade notável de materiais tradicionais como lápis e pincel é que podemos definir qualquer dos cinco elementos visuais básicos utilizando o componente mais simples: a linha. A sua manipulação por esses instrumentos ainda revela o lado pessoal do artista como nenhum outro. A infinita variedade de formas que a linha pode assumir espontaneamente garante a riqueza de expressão encontrada nos materiais tradicionais. Sua importância pode ser medida pela sua escolha para integrar os conceitos fundamentais da história da arte propostos por Heinrich Wölfflin no começo do século XX (Wölfflin, 1989:21-66).

Na computação 3D dos anos 80 a linha é inexistente enquanto elemento expressivo. É completamente neutra em sua fase aramada, meramente um dado tecnológico fornecido pelo sistema. Sequer chegamos a manipular a linha diretamente (o fazemos através de pontos de controle ou reposicionando vértices). Ela não passa de uma conveniência matemática do sistema para nos permitir ajustar formas e volumes. Ao acionarmos o *render* a linha permanece apenas como um limite firme, um contorno rigoroso das partes que compõem o objeto que termina por acentuar a artificialidade das figuras. A iluminação por *raytracing* e *radiosity* suaviza este efeito, mas a regularidade exagerada das formas afasta as composições 3D da aparência natural do mundo. Os objetos não parecem resultado de uma intenção artística, visualmente integrados. Sua nitidez não provém da vontade do artista, não obedece nenhum código estético.

Talvez fosse mais correto pautar nossa comparação com a escultura em termos do esquema de modelagem. Apesar da abordagem completamente volumétrica nesse caso, a interação direta com o material tridimensional (madeira, pedra, argila, etc.) estabelece uma relação muito distante daquela encontrada mesmo nos mais avançados sistemas 3D dos anos 80. Ao meter a mão na massa efetivamente, como acontece na modelagem tradicional, o material é submetido a transformações que expressam a autenticidade da intervenção, na qual a percepção sensorial proporcionada pelo tato desempenha um papel de reconhecimento da matéria insubstituível. Com todo o avanço verificado na computação, a modelagem virtual seguia essencialmente como um jogo de montagem de peças, com a evidência dos encaixes.

A melhor prova da limitação plástica da tecnologia 3D nos anos 80 nos é dada pela dificuldade enfrentada na modelagem da figura humana. Mesmo no desenho, pintura e escultura com materiais tradicionais, a expressão das formas humanas apresenta-se como o maior desafio para os artistas (mas também seu maior prazer). Neste âmbito, o traçado das linhas ou as massas de tinta injetam personalidade ao modelo. As formas surgem com naturalidade e perfeição, manipuladas com doçura ou vigor, em intervenções sutis ou elaboradas, entregues ao pleno domínio dos artistas. A representação da figura humana é a melhor maneira de avaliar a habilidade e o talento de um artista. Por aí é fácil perceber o nível de alguém que envereda pelas artes plásticas.

Ao passarmos para o computador, mesmo o sujeito mais familiarizado com os novos recursos ficaria angustiado. Sente-se impotente frente ao desafio. Pensa nas alternativas de modelagem que o sistema dispõe e encara uma sequência titubeante baseada em tentativa e

erro. Depois de muito esforço poderia chegar a algo parecido a um tosco manequim de vitrine. Não temos forma convincente e muito menos expressividade nem personalidade (exatamente o contrário do que acontece com a figura desenhada tradicionalmente, cujo traço característico do artista – fator primordial que define um estilo – se revela pleno de expressão).

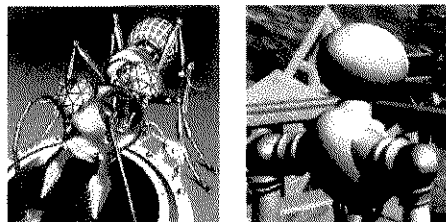
O artista digital poderia optar por recursos como deformação por *splines* (partindo de uma primitiva como a *esfera* para modelar a cabeça), *skinning* ou *metaballs*. Ainda que conseguisse uma forma geral “interessante” da cabeça, por exemplo, o detalhamento de partes como olhos, nariz, boca, orelhas (prá não falar da textura da pele e cabelo) estava além de qualquer possibilidade técnica que garantisse um mínimo de credibilidade. Lidar, inclusive, com os algoritmos mais avançados significava penar com o desempenho do *hardware*, já que na medida que a velocidade das máquinas avançava, os recursos de animação e modelagem seguiam evoluindo e exigindo sempre mais e mais capacidade de processamento. Tinha também a deficiência de trabalhar num ambiente novo, em que se estava descobrindo a melhor maneira de integrar algoritmos em *softwares* para computação gráfica – ou seja, escrever programas com interface intuitiva, de preferência tornando “invisível” para o usuário (um artista) todo o mecanismo não relacionado com a operação visual escolhida. Como isto exigia experiência para que abordagens eficientes fossem desenvolvidas e os estúdios não podiam ficar à espera desse dia, o senso prático levou ao emprego sistemático do esquema de digitalização de modelos ou então trabalhar com figuras simples mesmo (do tipo bonecos).

Na digitalização de modelos o artista definia a concepção visual de determinado personagem desenhando numa folha de papel. A partir desses esboços ele construía um modelo em argila que era capturado para o computador através de um digitalizador em 3D. Neste caso, o verdadeiro trabalho de arte acontece fora da máquina. Mas a complexidade topológica e mecânica de modelos realistas (tendo de lidar com grande volume de dados) limitava o emprego deste tipo de representação – ficava difícil fazer um personagem desses atuar, e não simplesmente se movimentar. Vale lembrar que na animação tradicional sempre existiu este problema com figuras realistas.

Por isto a opção disseminada pela solução plástica dos bonecos já no ambiente tradicional da animação, também reproduzida no ambiente computadorizado. No entanto, nem assim a animação de personagens no computador chegou a rivalizar com aqueles desenhados no papel. Tanto no *design* quanto na mecânica, a flexibilidade dos sistemas digitais quanto ao tratamento dos elementos básicos da linguagem visual e dos princípios de animação permanecia fora do alcance expressivo verificado quando do emprego dos métodos clássicos. Os recursos digitais pareciam estar a meio caminho entre a simulação de abordagens tradicionais e procedimentos típicos da nova tecnologia. Naquele momento estava sendo aprimorada estas duas vertentes, em direção a simbiose de conceitos que levaria à alternativa conciliadora rumo a integração de técnicas e propósitos que então criaria as condições propícias de expressão.

Estes fatores explicam a proliferação de “personagens” sem expressão na computação gráfica, bichinhos ou objetos que ganham vida construídos pela junção de poucas primitivas gráficas. Daí a preferência por criaturas que mesmo na natureza são compostas por estruturas rígidas, sem pêlos ou partes moles submetidas a movimentos deformadores; caso de insetos, robôs, cuja mecânica está associada a movimentos duros bastando apenas manipular articulações. Se levarmos em conta o pouco conhecimento artístico de muitos que passaram a trabalhar com animação computadorizada 3D a partir dos anos 80, temos a explicação para a enormidade de péssimas imagens e filmes veiculados desde então. Este fato foi devidamente comprovado pelas experiências de John Lasseter, relatadas logo mais à frente.

**Fig. 180** Formiga mecânica construída para o filme inacabado *The Works* (1984). Robô do filme *Mondo Condo*. Ambas produções do New York Institute of Technology.



Bem, e onde entra as técnicas de simulação para reverter este quadro a favor da computação gráfica? Primeiro vamos esclarecer uma questão fundamental: a simulação é um auxílio à modelagem de elementos repetitivos e animação com movimentos realistas. Portanto não deve haver engano: para que haja repetição de procedimentos de design, haverá antes a necessidade de artistas que desenvolvam concepções originais, sob pena de não existir criação – além de que o artista deve manter rígido controle sobre a fase aleatória do design. É paradoxal mesmo, o artista tem de checar e controlar a ordem da composição. Quanto a fase da animação, a expressão “movimento realista” tem significado relativo, pois aqui o que importa é a comunicação que o movimento sugere. Em termos expressivos podemos afirmar: não existe animação realista. Não existe um jeito único de caminhar para todas as pessoas. Os trejeitos do andar que caracterizam um indivíduo deve ser criado, ajustado à concepção formal da figura – ela age da maneira que se esperaria de alguém com tal estrutura. Nesta etapa os algoritmos de simulação pouco têm a fazer, mas devidamente configurados pelo artista desempenham função primordial na implementação dos movimentos secundários da ação principal (a ação do vento na roupa do personagem, a inércia resultante de um movimento) que contribuem significativamente para o convencimento da representação.

De qualquer modo a simulação física não foi uma técnica padrão para os anos 80 devido as limitações iniciais quanto a dificuldade de aplicação e controle (Barzel; Barr, 1988:179). É o que falamos há pouco: descoberto o princípio, teria de escrever programas com os procedimentos adequados para sua utilização como ferramenta artística. Sendo algoritmos robustos, por si já exigiam muito do quesito *hardware*; mas estas eram justamente as técnicas típicas do universo digital que precisavam de tempo para maturação – na medida que fossem empregadas pelos artistas, estes dariam o retorno para que os desenvolvedores procedessem aos ajustes, até atingir uma condição de eficiência como recurso de produção visual.

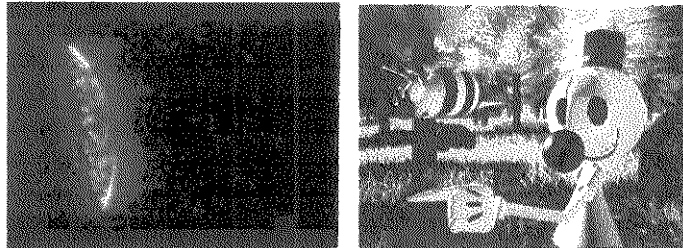
Numa mesa redonda sobre simulação física no SIGGRAPH de 1987 mediada por Craig Upson (1987:335-336) foi discutido o alcance deste tipo de técnica. Havia o reconhecimento de que sem a sua utilização o realismo requerido há tempos na animação jamais seria alcançado. Mas o papel do artista na condução de projetos na sua área de atuação (criação visual com propósito estético, comunicação por meio de imagem, entretenimento) estava devidamente assegurado. Isto fica claro no depoimento de Alan Barr, que em vista de suas experiências com simulação visual de fenômenos naturais reconhecia a “dicotomia fundamental” entre animação pura e simulação pura. Para atingir um objetivo estético o animador sabe o que quer e para isso controla todos os detalhes da animação, exatamente o que não pode acontecer num projeto de simulação pura, em que um universo artificial é regido por suas próprias regras – qualquer interferência nesse comportamento deixaria de ser uma simulação verdadeira.

O depoimento de William Reeves na mesma ocasião reforçava a opinião geral. O comportamento fisicamente acurado de um objeto nem sempre é desejado, sendo a animação repleta de coisas “impossíveis” como deformações e exageros. Ele advogava o uso da técnica para obtenção de efeitos especiais (como exemplificado no trabalho pioneiro da sequência



“Genesys” do filme *Jornada nas Estrelas II*, de 1982), mas alertava da carestia de tais procedimentos, citando os custos computacionais envolvidos na geração das árvores e da grama vistas no cenário do curtametragem de animação 3D *The Adventures of André and Wally B.* (Lucasfilm, 1984), no qual foi usado seu sistema de partículas. A título de curiosidade, as árvores e grama exigiram o trabalho de oito pessoas por um mês. O *render* de cada *frame* levou cerca de duas horas num computador do porte do VAX 11/750, disponível em pouquíssimos estúdios de animação.

**Fig. 181** Fotogramas com a explosão na sequência “Genesys” em *Jornada nas Estrelas II* (NICHOLAS MEYER) e Andre e Wally B. no bosque gramado (ALVY RAY SMITH).



Portanto, se o realismo nem sempre é a meta da animação – ou dizendo de outro jeito, se o movimento natural é complexo demais para ser recriado expressivamente – não estaria em apenas uma abordagem técnica a solução para as mais inusitadas variáveis cinéticas. Daí a tendência acertada das pesquisas com métodos de animação baseados em leis físicas que procuram uma integração com técnicas tradicionais sob controle total e interativo do animador (Hahn, 1988:305). Como reconhecem Witkin e Kass (1988:167), o automatismo do movimento baseado em leis físicas facilita a vida do animador, aliviando-o do fardo de ter de especificar todas as minúcias da ação animada, mas não se pensa em tentativa de substituir animadores por algoritmos (mesmo porque não há como substituir criadores), e sim proporcionar um meio poderoso em apoio a criatividade artística, posição enfatizada por Chadwick, Haumann e Parent, do grupo de computação gráfica da Ohio State University (1989:250).

Esta combinação de técnicas vai ocorrer por definição do animador, que tira o melhor partido do que ele tem à disposição. Isaac Kerlow (1986:271) chama de *hybrid environment* esta conjunção de recursos em prol da satisfação das exigências expressivas. O animador pode começar estabelecendo uma sequência entre dois quadros chaves, entrando com os limites de posição e ângulo para invocar a cinemática inversa. A correção do comportamento físico pode ficar por conta da aplicação de forças através de *dynamics*, mas quase sempre o animador vai novamente retornar para a técnica mais simples de *keyframe* para fazer ajustes específicos, regular manualmente a fim de obter aquele efeito que só existe em sua mente.

Visto assim, não há como ser iludido quanto ao valor da tecnologia digital – sem dar margem ao discurso sensacionalista que freqüentemente aparece (desta vez renovado pelas conquistas da simulação dinâmica) em apologia à engenheiros, programadores e todos que exercem atividades pautadas pela conduta técnico/científica (de preferência com base em formalização matemática) quando o assunto envolve computação gráfica, naturalmente negligenciando a importância do artista detentor dos conhecimentos visuais (teóricos e práticos) que se veria inclusive despedido de suas prerrogativas de criador (Machado, 1993:138). Este discurso, cujas referências remontam à Platão, foi retomado por teóricos modernistas há quase um século e recentemente atualizado para servir a causa de novos escritores que resolveram pegar carona no prestígio “científico” da imagem digital. São idéias insustentáveis que jamais ganharam reputação para além do pequeno círculo de seus propagadores, barradas

pelas evidências criativas de fatos artísticos incontestáveis (naturalmente, obra de artistas visuais com sólida formação clássica). Recentemente este tipo de pensamento confuso tem sido desmascarado no próprio campo do debate literário, como se pode ver no livro *Imposturas Intelectuais*, de Alan Sokal e Jean Bricmont (1999). Sem que precisemos nos alongar, basta saber que estes teóricos deslocam a criação artística para a etapa do estabelecimento de um código, uma linguagem, um método, um programa, um equipamento como detentor do *status* artístico. É como se o alfabeto, as regras de gramática, a prensa de tipos móveis, a máquina de escrever ou o processador de texto contivessem o germe de todos os romances, e ao escritor (coitado) sobraria a mera tarefa de liberar as palavras que surgiriam auto-organizadas. Nas artes visuais a criação já estaria nos elementos visuais, nos princípios de animação, na sintaxe da perspectiva, na física das cores, no mecanismo da câmara, no tubo de raios catódicos, no algoritmo de *raytracing*, no programa de pintura; ao pobre artista restaria tornar visível o que existiria em latência em tais instâncias. É realmente um absurdo!



**Fig. 182** *The Road to Point Reyes*,  
Lucasfilm (1983).

Vamos observar a imagem da figura acima. Qual a sensação que ela causa? Por acaso esta imagem sugere alguma intenção artística? Em princípio não, nenhuma. Ela foi mesmo produzida justamente para parecer o que é: uma representação qualquer de uma paisagem qualquer. Simplesmente parecer um registro fotográfico sem nenhuma pretensão artística – apesar do cuidado evidente na composição, com seu equilíbrio plástico/semântico. Fora este pormenor estético, temos uma imagem completamente banal. Vista, porém, pelo lado técnico, esta figura passa longe da banalidade. Produzida em 1983 pela Lucasfilm, esta paisagem do norte da Califórnia que recebeu o título *The Road to Point Reyes* foi composta para formar uma imagem o mais próximo possível do que se obteria com uma fotografia do mesmo lugar, configurando a maior façanha tecnológica jamais empreendida pela computação gráfica. Em sua confecção foi empregada as mais recentes e sofisticadas conquistas digitais, várias desenvolvidas na própria Lucasfilm, sendo o resultado do esforço coletivo do respeitado grupo de pesquisadores aí instalado. Cada pessoa envolvida deu sua contribuição empregando a técnica na qual era especialista: Alvy Ray Smith criou os arbustos usando *graftals*; Bill Reeves fez a grama empregando *particle systems*; Loren Carpenter usou *fractals* para as formações rochosas e o oceano, e também escreveu o programa utilizado para criar o efeito atmosférico mais outro que tratava da visualização da cena; Tom Porter aplicou textura procedural nas montanhas e escreveu o programa de composição; David Salesin foi responsável pela ondulação nas poças d'água; Rob Cook empregou polígonos e fragmentos para modelar a estrada, produziu os reflexos, sombras e fez a composição final da peça, renderizada na altíssima resolução de 4.000 x 4.000 pixels, com 24 bits por pixel (Jankel; Morton, 1984:52,53). Pois bem, todo este *tour de force* tecnológico não produziu arte alguma. Se tivesse de fazê-lo esta seria uma decisão de design, por obra de alguém com competência para

tal. Mas naquele estágio experimental de novos algoritmos, a manipulação técnica era uma atribuição de programadores (no sentido de ter de digitar linhas de comando para ativar operações visuais). Mesmo sem a interatividade ideal o usuário poderia controlar a aparência da figura, estando nas decisões de design a autoria do trabalho de arte. O design responde por parte significativa do processo criativo visual, é a vertente mais intelectual. Aliado ao traço do artista (só possível pela interação direta) por sua vez mais associado a índole do indivíduo, resulta numa forma original, o estilo pessoal. Portanto, o trabalho de criação artística ficava todo por conta da definição do design, para o qual teria de se considerar os recursos disponíveis e a maneira de os utilizar.

A despeito do domínio técnico em informática de cientistas e programadores, explorar as possibilidades visuais trazidas pelos novos recursos estava além de seu alcance, pois isto exige um outro tipo de talento, uma capacidade de visualização inata que aliada a vivência estética e habilidade refinada através da prática leva o artista a um nível de exploração da sintaxe plástica impossível a não iniciados. Por isso mesmo os recursos digitais tinham de ser melhorados para uma utilização em conformidade com as peculiaridades da linguagem visual, e não permanecer como um código cifrado de aplicação indireta. Se a arte tivesse de aparecer, isto seria graças a intervenção de artistas.

Não há novidade nesta afirmação, comprovada à exaustão ao longo do nosso estudo. Sendo assim, para que a arte pudesse enfim se manifestar no universo eletrônico digital, teve de existir uma mudança de mentalidade em relação ao trabalho com imagem, no qual se reconhecia – de uma vez por todas – as particularidades da atividade artística, para cujo atendimento o esforço fora deslocado da programação propriamente dita para uma preocupação com o processo criativo visual. Com este enfoque a computação gráfica partia para se firmar como técnica artística revolucionária.

A primeira grande demonstração da emergência da arte como produto do emprego da computação gráfica não podia ser mais ilustrativa – até naquilo que a tornou um fracasso enquanto obra cinematográfica. Estamos falando do longametragem *Tron* (1982), uma produção dos Estúdios Disney (“detalhe” significativo), escrito e dirigido por um animador tradicional, Steven Lisberger. O filme narra as peripécias de um sujeito que é transportado para as entranhas de um computador, onde tem de enfrentar o vilão (a CPU da máquina) segundo os princípios de funcionamento do computador. Ao fazer um paralelo entre a civilização humana e a maneira como os programas funcionam optou-se por fantasiar o tema como uma aventura de videogame. Essa que poderia ter sido uma boa estória, infelizmente foi mal contada. O desenrolar confuso da trama e a falta de apelo dos personagens comprometeu um trabalho de alta qualidade visual. O design de primeira apoiado pelo uso primoroso da computação gráfica não foi suficiente para garantir o sucesso da fita, desprezada pelo público e pela crítica (Furniss, 1998:1982). A obra falhou por pura deficiência artística. Neste caso até podemos conjecturar que se imaginou ser a tecnologia empregada o suficiente para assegurar o interesse do espectador. De fato a curiosidade evitou um desastre de bilheteria ainda maior, mas este tipo de chamariz tem seu alcance determinado pelo que fundamenta uma obra cinematográfica: contar (bem) uma estória.

A estória de um filme é seu grande trunfo. A falha em seu desenvolvimento e organização na forma de roteiro (peça artística da maior importância) compromete a narrativa, prejudicando a comunicação. É o equivalente ao trabalho de composição numa pintura – por

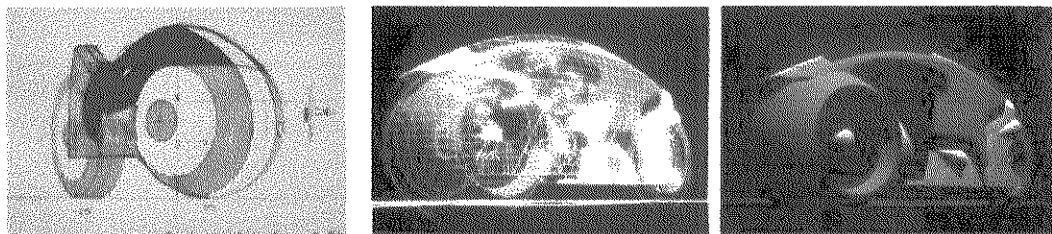
melhor desenhista que alguém possa ser, caso não saiba combinar os elementos no quadro, põe em risco sua qualidade (e eficiência).

O acerto da computação gráfica em *Tron* não estava no nível da tecnologia empregada, mas em sua exploração precisa por parte do design – tanto na concepção formal quanto na coreografia da animação. Na concepção visual os artistas tiraram vantagem da limitação das opções de *render*, explorando todas as possibilidades plásticas das imagens aramadas fosforescentes e superfícies polidas (as iconografias típicas da computação gráfica que perduraram no imaginário popular). Esta aparência pouco natural serviu na medida para a construção de um universo surrealista futurista, embora a manutenção da coerência estética tenha exigido certas estripulias dos artistas, como ter de simular efeitos digitais nos casos difíceis de obter no computador. Podemos verificar esta “fraude tecnológica”, em nome da expressão, na “modelagem” dos guerreiros de videogame – atores reais tiveram seus corpos envolvidos por meio de malhas de fios fosforescentes vermelhos adicionadas através de método óptico tradicional – cuja animação exigiria demais em termos de processamento.

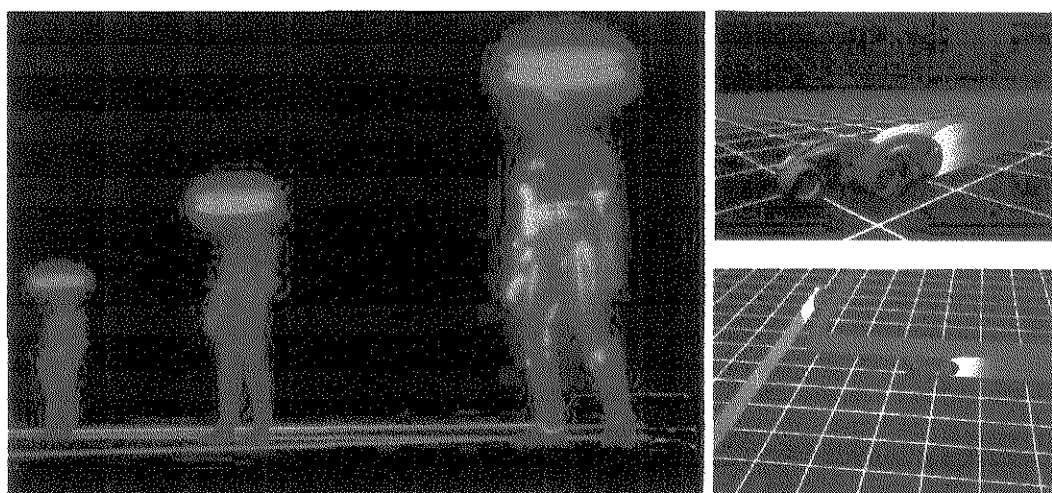
Mas a melhor evidência do êxito do design e da coreografia da animação na potencialização dos recursos de computação gráfica em *Tron* está nas eletrizantes seqüências de perseguição envolvendo os *lightcycles* – extraordinárias motocicletas desenhadas por Syd Mead (artista conceituadíssimo por seus projetos avançados de design). Pensada como um conjunto sinuoso de volumes arredondados – com a carenagem fundida nas rodas em formato de esferas, envolvendo completamente o piloto – a concepção do *lightcycle* seduzia por sua feição futurista extremamente bela e original (vinte anos depois permanece como um conceito que extrapola a realidade) ao mesmo tempo que sua aterradora simplicidade facilitava a modelagem por sólidos geométricos utilizada pela MAGI (empresa responsável pela maior parte dos serviços de computação gráfica em *Tron*). No filme, o processo de “materialização” dos *lightcycles* era ilustrado pela evolução dos métodos de *render*, com a seqüência de etapas em malha de arame, superfície sólida, remoção de superfícies ocultas, iluminação e textura. O movimento das motos é sugerido apenas com seu deslocamento no espaço, como se estivesse a deslizar pela superfície. Quando isso acontece, nenhuma parte da moto é vista em movimento. O que seria inadmissível em outras circunstâncias, aqui a animação (ou falta dela) produz um efeito singular na plástica da mecânica: as motos correm em linha reta, seguindo o traçado aparentemente infinito da arena quadriculada; não fazem curva, mudam de direção repentinamente em ângulos retos deixando um rastro de cor atrás de si que empresta originalidade e beleza às seqüências, enfatiza o movimento geométrico e guia o olho do espectador. A velocidade é de videogame e a coreografia da animação procura enfatizar a sensação de estarmos em um jogo eletrônico, também aqui facilitando a especificação da mecânica no computador. O resultado é que, neste aspecto, design e tecnologia estão em sinergia para satisfazer um ideal expressivo – e o consegue. Quando outros tipos de veículos (como tanques e guindastes) são destruídos, os pedaços que voam espalhafatosamente são as partes básicas das primitivas do sistema utilizadas na modelagem desses objetos. O efeito funciona. Mais um exemplo que extrai expressividade da limitação da tecnologia digital de então é o personagem “Bit”, um simples poliedro que aparece girando próximo da cabeça do herói da estória durante poucos instantes, reproduzindo suas características binárias quando muda de forma para significar “sim” e “não”. Estes são momentos de atuação legítima de modelos gerados e animados no computador, contribuindo efetivamente para o convencimento e realce expressivo da obra. Podemos analisá-los – e ao filme – em termos de sua qualidade expressiva, artística. Temos a certeza de podermos estar discutindo conceitos estéticos e semânticos em que tratamos da técnica naturalmente como parte do processo criativo. Os

parâmetros considerados são os da criação artística. Estamos certos desse reconhecimento, pois estamos a apreciar a arte em seu sentido pleno, como domínio do símbolo e da forma em acordo a uma técnica.

Em *Tron*, a apresentação dos gráficos computadorizados em seu aspecto formal e mecânico não sofreu do mal que ainda acometia produções baseadas em tecnologia digital – a técnica pela técnica – pois o nível dos recursos era condizente com a proposta visual. Sempre que essa questão foi devidamente considerada, tivemos arte sendo produzida com recursos digitais.



Desenho original de Syd Mead e “materialização” dos *light cycles*.



Simulação de visual computadorizado por meio de trucagem óptica tradicional e seqüência de perseguição com os *light cycles*.

**Fig. 183** Walt Disney Studio. Imagens do filme *Tron*. (STEVEN LISBERGER). 1982.

Comparando com um filme realizado com técnica tradicional de animação – também apresentando problemas relacionados à estória – fica ainda mais fácil perceber as conquistas no campo da arte mediada por computador empreendidas em *Tron*, pois aqui não existe possibilidade de mistificar a técnica utilizada. Vamos fazê-lo com um filme que, à semelhança de *Tron*, era tido como muito significativo por seus realizadores: o desenho animado *The Black Cauldron* (*O Caldeirão Mágico*), também da Disney, dirigido pela dupla Ted Berman/Richard Rich e lançado em 1985 após anos de labuta. Este filme era para ter sido o batismo, em grande estilo, dos novos artistas que sucederam aos velhos mestres – a sua maneira, eles queriam mostrar o valor da nova geração com um trabalho que fosse capaz de alçar o desenho animado a um outro nível (para além daquele atingido pelos antigos colaboradores de Walt Disney). O estúdio almejava ampliar a audiência, cativando o público adulto, e para isso experimentou um conto de clima denso e soturno. Na tentativa de equacionar temática e design, muitas interferências ocorreram ao longo da produção, uma idéia originalmente já um tanto complexa que exigiria bastante da parte dos escritores para estruturá-la num tempo compatível a uma animação destinada ao circuito comercial (por volta

de 80 minutos). O que temos é um filme de visual caprichado, com momentos dignos das melhores aventuras de fantasia brilhantemente animadas, mas decididamente vacilante no desenrolar da estória, rebuscada demais sem que isto oferecesse ganho paupável à narrativa – até pelo contrário, pois funcionou como desvios minando a atenção do espectador. Ao final, a sensação é de frustração – após um início promissor, a estória gradativamente perde consistência (e interesse).

Na opinião de Andreas Deja, um dos principais animadores envolvidos no projeto, faltou uma mão firme para dar prumo a tantas contribuições (Thomas, 1997:113). Nos créditos do filme, nove pessoas aparecem como responsáveis pela estória, mais sete por “contribuições adicionais à estória” e dois para “diálogos adicionais”! Inicialmente fazendo parte da equipe responsável pela fase conceitual dos desenhos, os esboços de Deja e Tim Burton (artista que posteriormente ganhou fama ao realizar os filmes *Batman* e *Edward Mãos de Tesoura*) jamais foram aproveitados em *O Caldeirão Mágico*. Burton era da opinião de que a Disney enfrentava uma desavença consigo mesma, sendo esta indecisão da companhia que o fez sair para dirigir filmes de ação ao vivo. Realmente a empresa estava enfrentando profundas mudanças estruturais, com conseqüências diretas no departamento de animação (Thomas, 1997:114). O motivo dos problemas, quer fossem do estúdio ou de um filme em particular, tinham uma mesma origem: definição artística. Na verdade o filme apenas refletia o momento de indecisão (e transição) pelo qual a Disney passava. A decisão acertada de revitalizar a área artística, dando liberdade e investindo nas idéias de talentos emergentes, rapidamente mostrou resultados. Não seria uma tecnologia apenas que iria resolver problemas de criação.



Fig. 184 Walt Disney Studio. *O Caldeirão Mágico* (TED BERMAN/RICHARD RICH).

A prova está no sucesso estrondoso de público e crítica alcançado pelo lançamento da Disney em 1988, *Who Framed Roger Rabbit* (no Brasil, *Uma Cilada para Roger Rabbit*), que inaugurou uma série retumbante de êxitos cinematográficos que persiste até hoje e acabou por transformar o grupo Disney na maior potência produtora de entretenimento no mundo.

*Uma Cilada para Roger Rabbit* (com Robert Zemeckis na direção geral e Richard Williams na direção de animação) é um grande filme sob qualquer aspecto. É puro entretenimento. Chama atenção principalmente pela arrebatadora imaginação da confluência entre o mundo real e o mundo desenhado, que nos pega de jeito já na introdução, quando os personagens de um alucinado desenho animado – para estupefação geral da platéia – são abordados por personagens humanos de verdade e na continuidade da cena deixam o universo do cartum para se integrar ao ambiente real refletindo de maneira absolutamente convincente a iluminação do meio, que lhes empresta uma sólida aparência tridimensional.



A completa interação entre personagens reais e desenhados (como se um meio anulasse o outro) era vital para dar credibilidade a idéia, impondo desafios técnicos e artísticos intrinsecamente relacionados. As produções anteriores que combinavam animação e filme ao vivo trabalhavam com a câmara estática nas tomadas dos atores humanos para não criar problema aos animadores com as mudanças de perspectiva, iluminação e interação com personagens e objetos do mundo real. A ousadia dos realizadores de *Roger Rabbit* estava em por abaixo este limite sem descuidar da atuação dos personagens animados – para cada *frame* os animadores tinham de ajustar tamanho, posição e expressão dos desenhos a fim de corresponder ao movimento da câmara. Uma dificuldade adicional era ter de reproduzir o estilo de animação dos anos 40 referente a personagens de vários estúdios.

Sem dúvida, um passo adiante na arte da animação fora dado. Na época este feito foi atribuído ao uso de sofisticados sistemas computadorizados, porém, toda a animação foi realizada tradicionalmente, desenhada à mão e combinada com a ação ao vivo por meio óptico (aquilo foi apenas estratégia de marketing, até porque os computadores não são eficientes na animação de personagens bidimensionais). A aparência tridimensional dos personagens foi conseguida com a aplicação de pelo menos três camadas de acetatos para obtenção do sombreamento em cada *frame*. Os acetatos foram fotografados sub-expostos e desfocados para simular o efeito suave de sombras de verdade (Solomon, 1994:282).

Uma constatação que salta aos olhos é a atuação largamente mais expressiva dos personagens desenhados em comparação aos personagens humanos. A intensidade da representação dos desenhos – sem o risco de parecer afetada – chega a criar um abismo quando um personagem desenhado contracenava com um humano. Mesmo se compararmos as caras, bocas e trejeitos corporais da personagem “Jessica”, por exemplo, com as divas hollywoodianas das décadas de 30 e 40 que a inspirou, estas ficam em flagrante desvantagem – não contam com contorcionismos impossíveis aos humanos, nem são capazes de lançar beijos em que os lábios literalmente flutuam pelo espaço até ser ruidosamente estampados no rosto atônito do interlocutor.



**Fig. 185** *Uma Cilada para Roger Rabbit*. Walt Disney Studio/Amblin (ROBERT ZEMECKIS/RICHARD WILLIAMS), 1988.

Uma arte que, já sabemos, possui grande afinidade com o cinema (particularmente com o cinema de animação) vindo a oferecer generosa oportunidade de avaliação das possibilidades artísticas dos recursos digitais, é a tradicional e popular história em quadrinhos. A mera aparição de quadrinhos produzidos digitalmente é uma boa evidência do grau de evolução gráfica alcançado pelos sistemas computadorizados por volta de meados da década de 1980.

Diferentemente da pintura, os quadrinhos não podiam abdicar da descrição visual do mundo, do gestual humano – o objeto artístico por excelência da expressão visual. Dizer,



portanto, que existia uma “arte computadorizada” nos anos 60 e 70 é apenas meia verdade. Como não podemos conceber nada pela metade (pois isso não existe) fica claro a dificuldade de falarmos em arte feita com computadores antes dos anos 80. As condições mínimas para manipulação digital de todo o espectro visual (com as deficiências já conhecidas) só estiveram disponíveis a partir dos anos 80, quando os artistas – com certa interatividade – puderam trabalhar ao nível da linguagem visual.

Entretanto, basta folhear algumas páginas de uma das primeiras publicações de quadrinhos gerada por computador (o álbum *Crash*, com o super herói “Homem de Ferro”, feita pelo artista Mike Saenz em 1986; no Brasil saiu em 1988) para perceber a inferioridade artística do produto. Na época, só adquirimos um exemplar da revista por motivo histórico – como documento da introdução no campo artístico dos microcomputadores gráficos. Uma avaliação sob o prisma exclusivo da linguagem dos quadrinhos (os elementos que caracterizam esta forma de expressão como arte), aspectos tais como enquadramento, letreiramento, atmosfera gráfica e anatomia expressiva, é extremamente desfavorável. Não sentimos prazer visual. Não há estilo nem adequação da técnica ao personagem (mesmo sendo de “ferro”, mecânico) ou à dinâmica das aventuras de super herói. O Homem de Ferro perdeu vigor, não tem a presença poderosa digna do ser “super” que encontramos nas estórias desenhadas tradicionalmente. É como se as ações exageradas que dão clima ao mundo dos super heróis não se ajustassem ao tratamento dos *softwares* gráficos disponíveis. Embora a tecnologia não possa ser acusada da responsabilidade artística, sem dúvida ela foi determinante na caracterização gráfica infeliz do projeto. Claro, os critérios que norteiam a definição da obra e o emprego da técnica para dar-lhe forma é da alçada do artista – não importando se um programador teve de traduzir a intenção do artista para a máquina (nem as interferências que isto possa causar).

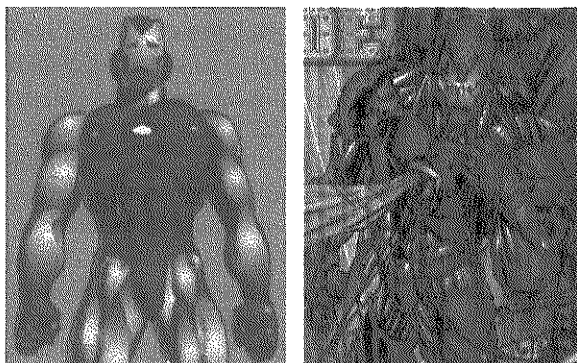


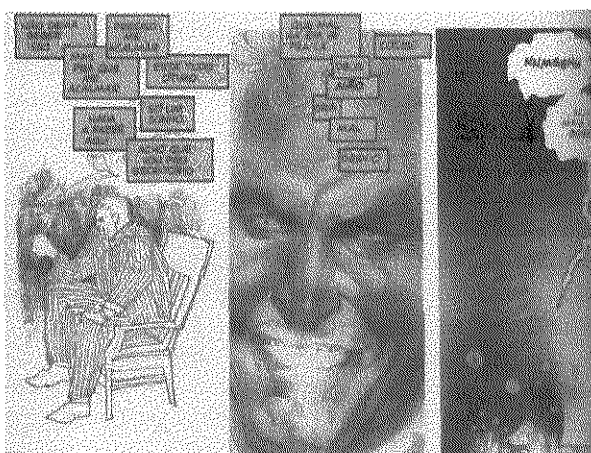
Fig. 186 Homem de Ferro “digital” (MIKE SAENZ) e Homem de Ferro “analógico” (WHILCE PORTACIO/SCOTT WILLIAMS).

Realmente, Saenz contou com a colaboração do programador William Bates. Utilizou um micro Apple Macintosh. Porém, seria mais correto dizer que a estória foi processada no computador, ao invés da expressão “gerada”, como consta na chamada da capa. Afinal, a maior parte do material foi desenhado tradicionalmente à mão (podem até ter usado *tablet*) e manipulado num editor gráfico. A intenção, certamente, foi dar uma aparência “cibernética” às figuras humanas, talvez para combinar com uma ambientação digital, “futurista”. Mas isto não acontece. Muito do cenário é também imagem processada, e outro tanto é apenas fundo neutro em *degradé*. A colorização ficou esmaecida – não sugere uma atmosfera “pesada”, e sim deficiência técnica. Dá para ver pela baixa resolução das imagens que o equipamento utilizado afetou negativamente o resultado, mas também fica a impressão que o artista relevou

esse “detalhe”, certamente acreditando que o simples fato de empregar um computador era o bastante para valorizar o trabalho. Enganou-se.

Uma estória do Batman também “gerada por computador” (*Digital Justice*, produzida nos Estados Unidos por Pepe Moreno e publicada no Brasil em 1990) apresenta, basicamente, as mesmas deficiências técnicas e artísticas. Mas a resolução é melhor, há mais contraste de claro/escuro e mais emprego de modelagem 3D – embora restrito a bonecos e uns poucos objetos.

A impressão que ficava – e o tempo comprovou isso – era que o artista talentoso cada vez mais fazia a diferença. A tecnologia não encobria deficiências artísticas e principalmente demonstrava o quanto a capacidade de desenho era imprescindível. O grande momento vivido pelos quadrinhos nos anos 80 foi graças a criatividade e habilidade de artistas com sólida formação que mais que se ater a uma tecnologia, exploraram a infinita variedade plástica dos elementos visuais e a gramática narrativa da arte seqüencial, empregando os recursos técnicos que melhor servissem a tarefa de dar expressão às suas idéias – brilhantemente comprovado pelo trabalho estupendo de Bill Sienkiewicz.



**Fig. 187** BILL SIENKIEWICZ.  
*Elektra Assassina* (1986).

As técnicas, digamos, mais espetaculares da computação gráfica nos anos 80 não produziam artistas – se é isto que muitos pensavam. Desenvolvido um algoritmo, o que fazer com ele? O pesquisador que o estruturou, depois de demonstrar seu funcionamento, pode até ter interesse em explorar a técnica expressivamente. Aí ele já muda o foco do seu trabalho, que deixa de ser a ciência, a tecnologia, e passa para o campo da arte. Isso exige um outro tipo de conhecimento, que pode bem ser do domínio desse mesmo cientista – o que não seria de todo estranho, pois pesquisadores envolvidos com o desenvolvimento de algoritmos gráficos com certeza têm gosto e admiração pela arte. Aliás, esta é a alegação de alguns importantes nomes citados neste estudo. No entanto, daí a criar imagens de qualidade almejando reconhecimento público e conquistar espaço no mercado, já é uma outra estória. Para isto não basta gostar e “levar jeito” – tem de ter estudo e dedicação.

Vários cientistas, tendo adquirido conhecimento artístico até mesmo pelo convívio com artistas nos locais de trabalho, conceberam peças de valor expressivo nos anos 80 que merecem o reconhecimento de arte. Esses cientistas têm talento para artista, mas são exceções à regra – como também são exceções alguns animadores de grande competência técnico-científica citados nesse estudo.

Um trabalho de ótima qualidade concebido e executado por cientistas com evidente conhecimento de arte é a seqüência “Genesis” do filme *Jornada nas Estrelas II: A Ira de Khan*

(1982), na qual um planeta estéril renasce após a indução de uma explosão com poder regenerador. Mas além da pretensão artística, esta curta seqüência visava demonstrar o desenvolvimento de *software* e *hardware* da Lucasfilm, confirmado pela observação de Alvy Ray Smith: “cada vez que fazemos uma animação, mesmo porque este não é o nosso negócio, fazemos isto para demonstrar uma nova técnica que nunca havia sido empregada antes” (citado por Auzenne:1994:77). Tom Porter fez o mapeamento de textura, Loren Carpenter modelou as montanhas com fractais e William Reeves criou a explosão e a cortina de fogo que varre toda a superfície do planeta. São demonstrações de competência técnica, mas o toque efetivamente artístico foi dado pela animação da câmara virtual, trabalho dirigido por Alvy Ray Smith – de quem já sabemos de suas inclinações artísticas.

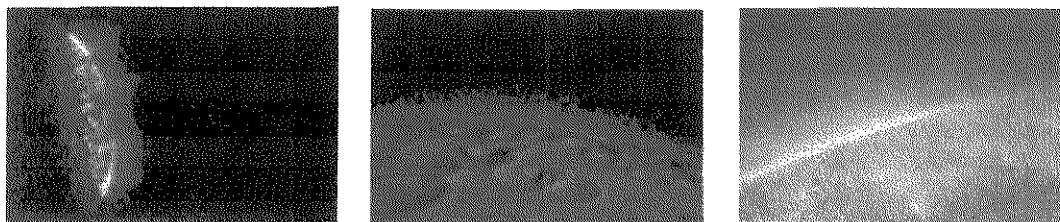
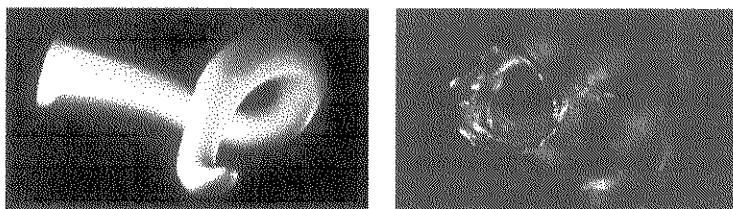


Fig. 188 Fotogramas da seqüência “Genesis” em *Jornada nas Estrelas II* (filme dirigido por NICHOLAS MEYER). 1982.

Este é um exemplo da típica cena de efeito especial. Foi o principal emprego das técnicas de computação gráfica mais sofisticadas desenvolvidas nos anos 80. Algumas caíram nas graças do público e viraram moda. O caso mais conhecido é o do *morphing*. A metamorfose como solução estética particular na computação gráfica data de 1982, quando o pesquisador Tom Brigham, do New York Institute of Technology, estarreceu a audiência do SIGGRAPH com uma seqüência de vídeo no qual uma mulher é deformada na medida em que se transforma num lince (Morrison, 1994:53). Apesar do impacto, a técnica seguia sendo empregada sem muita criatividade até o final dos anos 80, quando o cineasta James Cameron realizou o filme *The Abyss* (no Brasil com o título de *O Segredo do Abismo*). Cameron queria uma criatura feita de água, parecida com uma cobra, capaz de sair da água e interagir com personagens humanos. A criatura deveria sofrer deformações das quais a mais extraordinária é a metamorfose da cabeça, que mimetiza a forma da pessoa que entrasse em contato com a criatura. A responsabilidade técnica ficou a cargo da Industrial Light and Magic, a divisão de efeitos especiais da Lucasfilm. Não tanto pela modelagem – que consistiu numa linha *spline* como estrutura de controle, envolta por numerosas *cross sections* para definição da forma da serpente e digitalização da face dos atores que seriam mimetizados – mas devido ao mapeamento de textura que dotou a criatura com as características visuais da água, a computação gráfica viabilizou uma das primeiras criações impossível de ser obtida por métodos tradicionais.

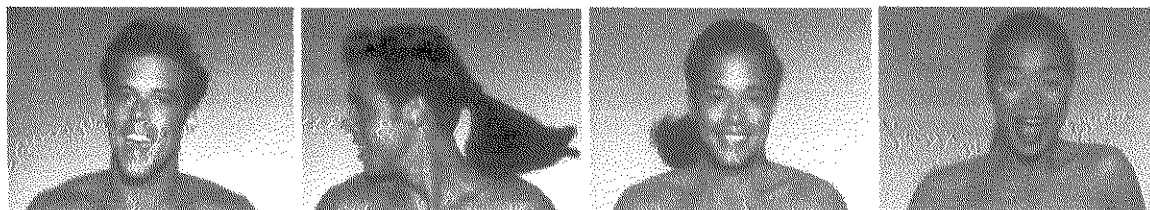
Mesmo sendo um elemento integrado à estória, a aparição desta criatura acontece poucas vezes. Mas funcionou tão bem que James Cameron ficou convencido de poder realizar seu próximo filme contando com o emprego intensivo deste recurso, e criou aquela que, certamente, acabou se transformando na mais influente realização cinematográfica baseada em recursos de computação gráfica – *Terminator II: Judgment Day* (1991), no Brasil com o título *O Exterminador do Futuro II: O Julgamento Final* – deflagrando a corrida da indústria de cinema de Hollywood para a animação computadorizada.



**Fig. 189** JAMES CAMERON. Estrutura em *spline* da criatura de *O Segredo do Abismo* (1989) e o efeito de metal esburacado na cara do cyborg de *O Exterminador do Futuro II* (1991).

O filme foi um sucesso de público do tipo “arrasa quarteirão”. Desta vez temos um verdadeiro personagem no qual o efeito de computação cumpre papel essencial na sua caracterização, emprestando charme e terror. O andróide assassino feito de um amálgama de metal líquido “inteligente” deslumbra o espectador em várias seqüências marcantes envolvendo metamorfose, como os fragmentos de metal espalhados pelo chão que se fundem para formar o corpo metálico do robô, ou quando assume a aparência humana e atravessa as grades de uma prisão, ou ainda quando surge elevando-se elasticamente do solo e se regenera instantaneamente de buracos e cortes medonhos produzidos por seu oponente. Os movimentos do personagem enquanto robô metálico foram obtidos por *motion capture* (uma forma indireta de animação ainda em pleno desenvolvimento), que produz uma mecânica rígida, nesse caso condizente com a estrutura do personagem. São todos efeitos difíceis de ser obtidos tradicionalmente, o que reforçava a condição de técnica revolucionária da computação gráfica para as artes visuais.

Naquele ano a técnica do *morphing* teve outra grande repercussão popular com seu uso criativo pela PDI (Pacific Data Image) no videoclip de Michael Jackson *Black or White* (do diretor John Landis), em que rostos de tipos bem diferentes de pessoas vão se transformando em outros enquanto cantam e dançam (numa referência a fusão das raças, ao humano como ser uno, sem preconceito de cor ou origem). Com esta exposição toda a técnica se vulgarizou e passou a estar disponível em programas baratos rodando em microcomputadores. Não chamava mais atenção como técnica em si. É quando – agora sim – o trabalho criativo e o emprego habilidoso da técnica podem realmente vir a produzir arte sem tanto risco de encarar a mera aplicação da técnica como sendo arte. De fato, desde então o *morphing* tem sido usado em grandes produções com domínio cada vez maior do processo e nem por isso despertou mais reações tão intensas.



**Fig. 190** JOHN LANDIS. Videoclip da música *Black or White* de Michael Jackson. 1991.

O uso criativo da metamorfose como acabamos de mostrar foi obra de artistas. Aconteceu o mesmo com o *metaballs*, técnica de modelagem por procedimento inclusive utilizada no robô cromado de *Terminator II*. Mas um programador japonês com talento artístico realizou as primeiras animações de qualidade expressiva quando esta técnica mal acabara de ser

desenvolvida, tendo de lidar com o algoritmo por meio da criação de programas escritos com linguagem baseada em programação simbólica (linguagem de alto nível imprópria para uso regular como método de criação visual). Yoichiro Kawaguchi também embutiu no seu programa rotinas de algoritmo de crescimento (*growth simulation*) e realizou um filme com imagens de grande impacto visual, formas orgânicas esferóides submetidas a mutações contínuas numa espécie de regurgitação de padrões regulares que se combinam em formas de grande beleza. O título desta animação, *Growth: Mysterious Galaxy* (1982), faz jus ao que é mostrado, já que temos a descrição de um universo particular com uma ecologia de aspecto alienígena, primitiva e fantástica. Kawaguchi explora o ambiente como que por meio de um microscópio a vasculhar microorganismos, embora as formas pareçam evoluir como um amontoado flutuando no infinito do espaço sideral. Aliado a movimentação em câmara lenta dos organismos (sugerindo falta de gravidade) e da própria câmara virtual, além do uso sensível da cor, o artista constrói uma narrativa visual abstrata bastante coerente e sedutora. Sua atração até nos faz esquecer da técnica. Não há dúvida, estamos diante de uma obra de arte.

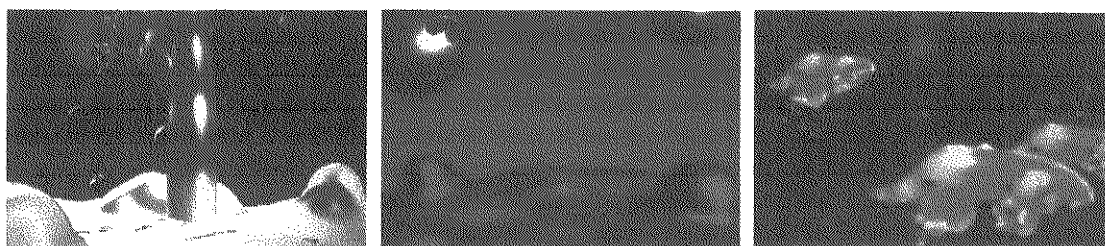


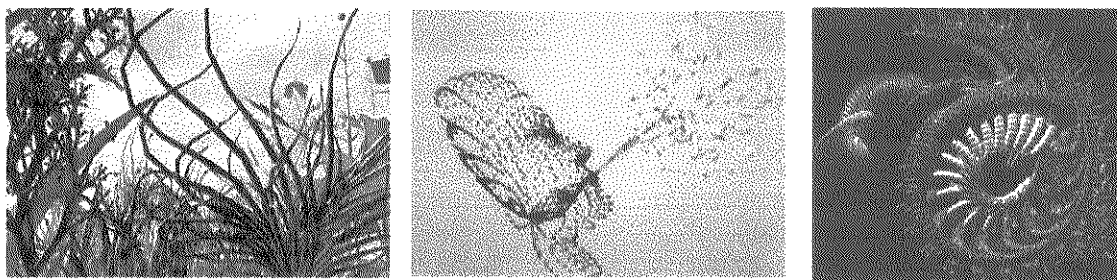
Fig. 191 YOICHIRO KAWAGUCHI. *Growth: Mysterious Galaxy* (1982).

Kawaguchi produziu ao longo da década de 80 uma série de curtas de animação explorando o mesmo tema com as mesmas técnicas, melhorando a definição da imagem e ampliando o repertório plástico a partir dos reflexos gerados pelo uso do *ray tracing* (Spalter, 1999:285). Mas assumiu uma posição de dependência ao seu método e as suas formas, repetindo-se, sem dispor tanto agora do apelo da novidade. Kawaguchi foi até onde a saturação do *metaball* como efeito visual podia proporcionar, já que em termos de criatividade artística sua proposta havia se esgotado – a despeito de contar com um poderoso recurso de exploração plástica o artista/programador estava enredado num círculo vicioso típico de quem fora encantado pela técnica. O genial animador Norman McLaren deu muito mais provas de criatividade explorando temas abstratos mesmo trabalhando com formas mais simples e técnica tradicional. Por que isso? McLaren, que tinha fixação pelo domínio técnico, tinha plena consciência que isto era apenas um meio para viabilizar suas idéias. Jamais se submeteu ao meio; esteve sim a pesquisar mil maneiras de subjugar-lo sempre, torná-lo mais dócil e transparente, ao ponto de seu emprego constituir uma união de forças em prol de uma expressão autêntica. McLaren ia ao limite do que uma técnica podia oferecer para determinada manipulação formal. Testava novas técnicas, misturava procedimentos e ia criando variações narrativas extremamente poéticas contando com temática abstrata, mas sem cair na monotonia nem perder o estilo.

No caso de Kawaguchi o que temos é uma versão atualizada dos primeiros artistas da “computer art”, contando com mais conhecimento técnico e recursos mais sofisticados, mas com a mesma filosofia limitante acerca da exploração estética da tecnologia digital e deslocamento da noção de arte. Não é de admirar que apesar de seu potencial ele tenha sucumbido ante a inexorável evolução técnica.

Outro exemplo de indivíduo com formação e atuação na área técnico/científica e atuação destacada na produção de animações com nível artístico é o programador Karl Sims. Com seu filme *Particle Dreams* (1988) ele leva às últimas consequências a exploração visual do sistema de partículas. Cachoeiras, fogo, explosões, tempestade de neve, redemoinhos, tudo é simulado com o emprego de partículas. O filme é uma demonstração do poder da técnica e do supercomputador fabricado pela empresa da qual Sims era empregado (Sims, 1990:405), mas a concepção do trabalho, com uma inteligente integração de seqüências bem modeladas e ritmadas a coloca no patamar de obra artística.

O mesmo é válido para o filme *Panspermia* (1990), um curta de animação no qual Sims demonstra as técnicas evolucionistas às quais vinha se dedicando (simulação de crescimento e algoritmos genéticos). Apesar de sofisticada, a técnica é tratada corretamente como ferramenta, pois acima dela percebemos a atenção às questões da plástica, o cuidado na modelagem, a sintaxe visual e a abordagem humorística da narrativa.



**Fig. 192** KARL SIMS. Frames de *Panspermia* (1990) e *Particle Dreams* (1988). Na imagem da direita, trabalho de WILLIAM LATHAM intitulado *Mutation Y I 2<sup>nd</sup> Variant* (1992).

Pelo final dos anos 80 o artista William Latham, que já tinha uma história artística com materiais tradicionais, passou a explorar o computador como forma de acelerar seu processo de trabalho, que envolvia tediosas composições e mutações de objetos (Spalter, 1999:247). Contando com a colaboração do programador Stephen Todd, ele passou a explorar as técnicas ditas evolucionistas (*graftals*, fractais, simulação de crescimento, algoritmos genéticos) para criar seres aberrantes, criaturas alienígenas de forte conotação surrealista. Definindo formas básicas e estabelecendo regras de desenvolvimento, o organismo evolui como uma experiência genética sem controle. Latham partilha com outras pessoas que trabalham programando tradicionalmente (como Sims) a idéia do trabalho do artista como um mero selecionador de possibilidades, oposta a instituída criação de imagens sob influência completa do artista. O problema de propostas como esta é que elas são sempre limitantes, excludentes. Se pretendem uma escola estética (e aí tudo bem) mas acabam querendo estabelecer um regulamento para o trabalho com as artes visuais como um todo. Terminam por repetir o erro modernista que conseguiu liquidar com a rica tradição da pintura.

O artista não pode ser tolhido em suas possibilidades de expressão, que envolve temática e recursos técnicos. Para isso ele tem de estar instrumentalizado ao nível do intelecto e da habilidade plástica. Contando com uma formação que contemple o legado clássico da arte (teórico/prático) e a experiência da labuta diária, só assim estará apto a atender a demanda por cultura visual da sociedade. Se posteriormente, por questões de ordem filosófica, existencial ou outra qualquer, ele se definir por um espectro de ação determinado, o seu conhecimento generalista será da maior importância. Terá sido por causa deste conhecimento, inclusive, que uma opção desta natureza pode ser tomada com chances de sucesso. De qualquer modo, na prática artística normalmente o artista tem mais domínio em uma técnica, gosta mais de certo



material. Isto é um acontecimento natural que já implica numa tendência estilística. Mas não envolve abandono de conceitos e técnicas universais, a exemplo da perspectiva.

Pois bem, gostaríamos de citar três exemplos de trabalhos contemporâneos que denotam sólida formação artística por parte de seus realizadores, tendo utilizado na concepção de suas obras materiais tradicionais dos mais simples. Nem por isto tais produções vêm comprometidas suas qualidades expressivas. Muito pelo contrário, a maestria com que instrumentos tão comuns foram manejados, com toda a riqueza de estilo que tais materiais deixam transparecer, é ilustrativo do valor insubstituível dos métodos tradicionais de criação visual. Os recursos digitais devem somar, jamais eliminar as demais abordagens. Mesmo no âmbito da informática o artista não está impedido de utilizar-se da programação tradicional (é mais uma alternativa), mas deve ter consciência da autenticidade em manejar diretamente os elementos da linguagem visual com uma caneta eletrônica (é mais adequado).

Dos trabalhos que apresentaremos brevemente agora, dois são curtas de animação e o terceiro pertence à área da pintura.

O primeiro curta é uma animação de Bill Plympton chamada *Your Face*, de 1987. O filme é simplesmente desconcertante. Um dos animadores mais conceituados no mundo na atualidade, Plympton nos conduz a uma experiência sensorial angustiante: submete a cabeça de um cidadão cantarolante a uma seção indescritível de intervenções mutiladoras. O cidadão segue cantando (na medida do possível) como se nada lhe acontecesse. Nós, espectadores, é que somos torturados pelo surrealismo grotesco de Plympton que parece testar nossa tolerância ao absurdo. O artista provoca tamanha sensação apenas desenhando seu personagem com lápis de cor, cuja textura provoca uma vibração na animação que acentua o efeito das transformações. A figura é mostrada em primeiríssimo plano numa tomada única simulando câmara lenta. Vale-se da técnica de animação espontânea, que configura um dos princípios fundamentais da animação conhecido como *straight ahead animation* (animação direta), que capta a fluência inerente ao tipo de ação explorada. É como se o artista seguisse o ritmo ditado pela circunstância da ação. É plenamente dependente do *feeling* do artista.

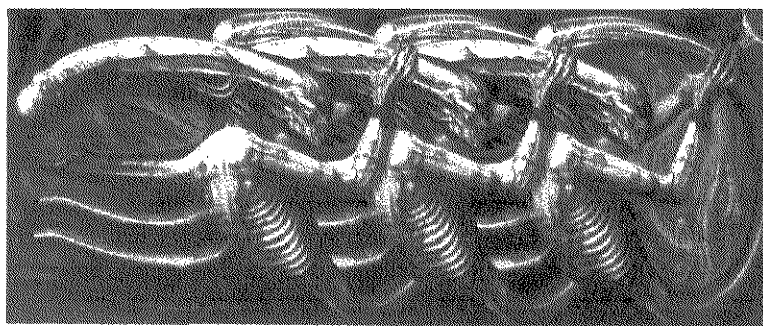
Por sua vez, *Creature Comforts* (1989), filme de Nick Park ganhador do Oscar de Melhor Animação de 1990, apresenta um hilariante depoimento de animais que se queixam de sua situação no zoológico. Feito com massa de modelar – técnica que não dispõe da versatilidade do desenho em papel ou acetato – ainda assim os personagens são dotados de movimento corporal e vocalização de uma expressividade espantosa. Mesmo dispondo de limitada margem de movimento, o talento do artista conseguiu extrair personalidades distintas dos animais retratados, estabelecendo um paradigma para este tipo de animação. Não há como resistir ao encanto do discurso articulado do puma refestelado num tronco de árvore ou deliciar-se com a ansiedade do ursinho ao levantar o braço – interrompendo seus pais – para pedir a palavra.

A pintura de H. R. Giger pertence a estirpe dos mais extraordinários visionários. É um choque para quem a vê pela primeira vez, simplesmente porque Giger parece nos mostrar o inferno como poucos foram capazes, sem esquecer do demônio e sua tropa de figuras malignas. São visões atualizadas de um mundo de horrores, fantasmagórico, repleto de criaturas monstruosas, anômalas. Estas imagens o acompanham desde a infância, quando mais tarde ele pôde desenvolver como forma estética válida de extrema originalidade. Ele fez uma fusão aterradora, de precisão científica, misturando elementos técnicos e mecânicos com o ser vivo – espécie de organismos cibernéticos terrivelmente assustadores que ele apropriadamente batizou de *biomecanóides*. Giger ganhou popularidade ao receber o Oscar de Efeitos Visuais



pelo seu trabalho de concepção visual para o filme *Alien* (1979), do cineasta Ridley Scott. O monstro alienígena desse filme continua insuperável em termos de imaginação criadora.

**Fig. 193** No sentido horário, fotogramas de *Your Face* (BILL PLYMPTON, 1987) *Creature Comforts* (NICK PARK, 1989) e a pintura *Necronom IV* (1976) de H. R. GIGER. Nesta pintura, as formas repetidas foram posteriormente exploradas para efeito estereográfico.



Deixamos para o final o relato sobre a experiência de dois artistas cuja abordagem da computação gráfica nos anos 80 corrobora com a tese defendida nesse estudo. Possivelmente eles representam o ponto mais alto da arte feita digitalmente naquela época. Trata-se do animador John Lasseter e do escultor Kenneth Snelson. Ambos tiveram sólida formação em escola de arte. Aplicam conceitos artísticos clássicos no ambiente digital com as vantagens dos novos recursos para atingir um resultado difícil de obter com os métodos tradicionais. Desta forma impulsionam a arte em bases seguras rumo a uma nova cultura visual.

A contribuição de John Lasseter acontece no centro da principal linha de desenvolvimento científico, técnico e artístico da computação gráfica, influenciando a evolução em todos estes direcionamentos. Por isso mesmo convém falar de sua trajetória por último (também devido estar relacionada à animação, esfera da arte que nos conduziu nesta exploração).

Não se concebe qualquer tentativa artística válida, que venha a expandir a noção que temos do mundo – portanto, as imagens com as quais procuramos representá-lo – sem que esta não possua a visão pessoal daquele que se propõe a fazê-lo. A aceitação, nosso convencimento em face de uma tal proposta é a garantia de sua pertinência. Quando isso acontece, nossa reação é a satisfação. Nos sentimos felizes e enriquecidos, pois teremos acabado de avançar mais um pouco em nossa ânsia por conhecimento, a energia que nos move. Quando o conhecimento visual ocorre nessas circunstâncias, estamos diante de obras de arte.

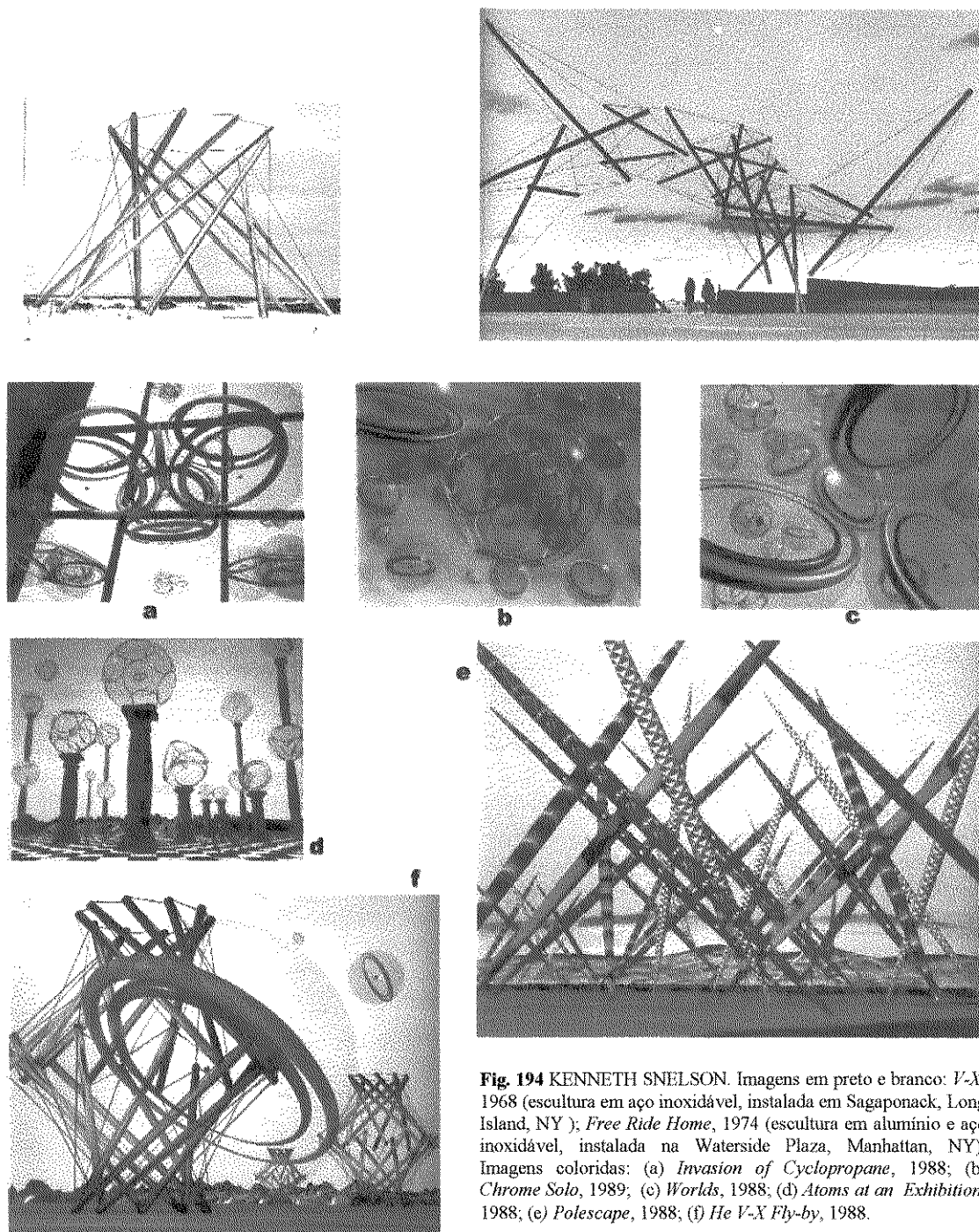
Pois é assim que nos sentimos ao deparar com as estruturas espaciais concebidas por Kenneth Snelson. Opondo forças, desafiando as leis da física fazendo uso de tais princípios universais – mas fazendo isto com extrema sensibilidade e beleza – as esculturas de Snelson reafirmam o poder do espírito humano, reforça nossa crença na capacidade de conduzirmos nosso destino. Snelson tem obstinação pelo equilíbrio, um equilíbrio instável, ativo e esteticamente elegante. Para tanto, Snelson procura compreender a matéria. Não a matéria enquanto substância, mas a matéria em seu nível atômico. Foram as propriedades físicas das estruturas atômicas, em sua delicada, diáfana (mas poderosa) organização que instigou esse

artista na direção do computador como alternativa para viabilizar as idéias que há tempos habitam sua imaginação mas que teimavam em ser formalizadas por meios tradicionais (Bentley, 1990:117). Estas idéias emergiram pelo final da década de 1940. Naquela oportunidade, Snelson estudava arte na Universidade do Estado do Oregon (Estados Unidos) e teve a felicidade de freqüentar um curso de pintura num lugar chamado Black Mountain College, na Carolina do Norte, onde foi aluno do famoso professor da Bauhaus, Josef Albers, e conheceu R. Buckminster Fuller, que lhe causou grande impressão (p.114).

As esculturas com cilindros de aço que parecem desafiar a gravidade, realizadas nos anos 60, são reflexos daquelas suas idéias – espaços vazios que sugerem uma ocupação por forças invisíveis. Entretanto, havia uma vontade de buscar um paralelo estético ainda mais próximo do mundo sub-microscópico, que tanto pudesse satisfazer uma descrição científica quanto resolver o conflito sensorial do artista que almejava uma representação formalmente expressiva. Estabelecendo correspondências com o arranjo estrutural de certos elementos químicos, Snelson chegou a construir esferas por meio da montagem de discos circulares magnetizados. Este padrão geométrico se aproximava da hierarquia de elementos da tabela periódica, além de oferecer uma geometria, um vocabulário de formas com o qual se podia descrever uma ordem estrutural. Esse arranjo geométrico aberto/fechado sugerido pelos padrões dos discos magnéticos oferecia liberdade para acomodações estruturais de forças físicas que atuavam no mundo atômico. Na visão do átomo de Snelson, a noção de complementaridade do elétron (como partícula e onda) desempenhava importante papel estético. Com seu conceito artístico definido, o computador aparecia como a ferramenta ideal para dar forma plástica ao universo existente em sua imaginação.

Snelson chegaria à computação gráfica já na maturidade, tendo seu primeiro contato em 1987; ele abraçou o computador não pela fascinação com a tecnologia, mas porque sentiu que era o único meio que poderia ajudá-lo a tornar real o projeto artístico que ele havia alimentado por tanto tempo, incapaz de concretizá-lo satisfatoriamente em papel, tela, madeira ou aço. Sua determinação neste sentido é verificada pelo investimento num equipamento de primeira linha: uma estação gráfica Silicon Graphics 3130 com o sistema de modelagem e animação 3D da Wavefront Technologies – um sonho praticamente impossível aos artistas na segunda metade dos anos 80 não associados a estúdios, empresas ou instituições de porte. Kenneth Snelson era o único indivíduo, sem nenhuma ligação com qualquer corporação, a possuir tal sistema (Bentley, 1990:112,117). Suas considerações sobre a metodologia utilizada na computação 3D denotam seu conhecimento e preparo como artista – Snelson rapidamente percebeu a afinidade da abordagem no computador com as técnicas empregadas pelos artistas do Renascimento: construção em camada, perspectiva, iluminação atmosférica, esquemas geométricos. Era como se um quadro pudesse ser “construído” no espaço, pela combinação de objetos e fundos. De fato, a tão perseguida “metáfora escultórica” para o ambiente digital integrava conceitos da pintura e escultura, o que ficava na medida para Snelson. Estes fatores propiciaram uma adaptação tranqüila, não demorando para que o artista começasse a revelar seus átomos coloridos e radiantes. De repente estes “óvnis” translúcidos se multiplicavam, enchia céus e compunham paisagens fantásticas. A imagem que mostra o encontro improvável de átomos e colunas gregas (ver figura abaixo), com estas servindo de pedestal para moléculas de hélio e neon, brinda com uma feliz homenagem àqueles que nos legaram a noção da matéria indivisível, o conceito de átomo. Snelson pôde também formalizar um encontro de suas estruturas geométricas, com átomos vagando por paisagens ornadas com as antigas esculturas metálicas. Na verdade, todo o trabalho de Snelson no computador é auto-referente as suas obras do mundo real. Essa familiaridade habilita o artista a experimentar com

mais eficiência novos arranjos estruturais no espaço virtual, vindo a lidar melhor com o que ele considera “enigmas esculturais” (p.115). Verificamos isto nos *Polescape* (ver figura) onde postes são dispersos obliquamente no espaço, mas desta feita sem amarras para contrabalançá-los. Ele confia que nossa imaginação suprirá a ausência dos fios, num tipo de experiência extra-sensorial em que nossa mente desempenha a tarefa de estruturas atômicas a ocupar domínios ocultos. Tudo isso sem precisar apelar para modelagens complexas. É o poder da imagem em sinergia com o poder da imaginação. O computador é uma ferramenta que pode potencializar esse efeito, desde que empunhado por um verdadeiro artista. Kenneth Snelson prova isto.



**Fig. 194** KENNETH SNELSON. Imagens em preto e branco: *V-X*, 1968 (escultura em aço inoxidável, instalada em Sagaponack, Long Island, NY); *Free Ride Home*, 1974 (escultura em alumínio e aço inoxidável, instalada na Waterside Plaza, Manhattan, NY). Imagens coloridas: (a) *Invasion of Cyclopropane*, 1988; (b) *Chrome Solo*, 1989; (c) *Worlds*, 1988; (d) *Atoms at an Exhibition*, 1988; (e) *Polescape*, 1988; (f) *He V-X Fly-by*, 1988.

Bom, se a arte vai se manifestar nesta década porque artistas de qualidade são “convocados” para dar sentido artístico a nova tecnologia, não existe ninguém que encarne melhor este processo do que o animador John Lasseter. Esse artista talentoso teve o mérito de orientar o rumo do desenvolvimento da tecnologia e demonstrar para os animadores de fora da comunidade de computação gráfica da viabilidade da técnica digital em permitir expressão artística pelos meios da arte: plástica e encenação. Este é um fato reconhecido oficialmente pela indústria do cinema norteamericano – após Lasseter ter realizado o longametrage de animação 3D *Toy Story* (1995), ele recebeu o Oscar de *Special Achievement Award* pelo desenvolvimento e aplicação expressiva da técnica que afinal tornou possível a realização de filmes como aquele, que viria a ser saudado como o primeiro longametrage feito inteiramente por meio da animação computadorizada. Mas precisamos retornar ao começo dos anos 80 para acompanhar a trajetória de John Lasseter e perceber a dimensão de sua contribuição.

Naquele momento Lasseter estava trabalhando na Disney. Havia sido contratado pelo estúdio em 1979, ano em que concluiu a graduação em animação no California Institute of the Arts (CalArts), o curso criado por Walt Disney cujo programa compreende todos os fundamentos para a animação clássica de personagens. Os dois filmes que ele realizou durante o curso (entre 1975/1979) foram premiados com o *Student Academy Awards* (Auzenne, 1994:120). Mas a virada em seu destino aconteceu em 1981, quando foi convidado por dois colegas animadores da Disney (Jerry Rees e Bill Kroyer) para ver algumas das primeiras cenas de animação que eles estavam coreografando para o filme *Tron* – justamente as maravilhosas seqüências de corrida com os *light-cycle* desenhados por Syd Mead. O entusiasmo de Lasseter com o que ele viu pode ser constatado em sua declaração: “Quando eu vi esta animação computadorizada foi como se uma porta tivesse sido aberta em minha mente, revelando todo um novo mundo lá fora” (citado por French:1995:20).

Imediatamente Lasseter articulou com a direção da Disney a realização de um teste na MAGI (empresa de computação gráfica que confeccionou as seqüências dos *light-cycles* em *Tron*), que consistia em combinar personagens desenhados à mão com cenário gerado em computador. A experiência resultou na produção de um pequeno filme com 30 segundos de duração conhecido como *Wild Things Test*, realizado com a colaboração de outro animador da Disney, Glen Keane (Solomon, 1994:303). Mostra o endiabrado garoto Max perseguindo seu desafortunado cãozinho dentro de seu quarto e no *hall* ao lado. Lasseter concebeu a seqüência, construiu o quarto e seus apetrechos no computador e dirigiu o trabalho; Keane animou os personagens usando referências impressas do cenário. O resultado foi “espetacular” (nas palavras do próprio John Lasseter, citado por French, 1995:20), com tomadas e movimento de câmara difíceis de obter por meios tradicionais. A experiência levou a Disney a utilizar o procedimento no clímax do desenho animado *The Great Mouse Detective* (1985), chamado no Brasil de *As Peripécias do Ratinho Detetive*, chegando a onze minutos na produção de *Oliver&Company*, em 1988 (Kanfer, 1997:217). Mas a essa altura dos acontecimentos Lasseter já não estava mais na Disney.

Após cinco anos como animador dos estúdios Disney, ele foi contratado por Edwin Catmull para trabalhar na Lucasfilm em 1984, após Catmull ficar impressionado com o *Wild Things Test* (French, 1995:23). A divisão de computação gráfica da empresa do cineasta George Lucas pretendia ganhar experiência em produção de filmes de animação e precisava de um artista competente para conduzir as tarefas do pessoal técnico/científico. Lasseter chegou para tocar um projeto já definido, o curtametrage *The Adventures of Andre and Wally B.*,

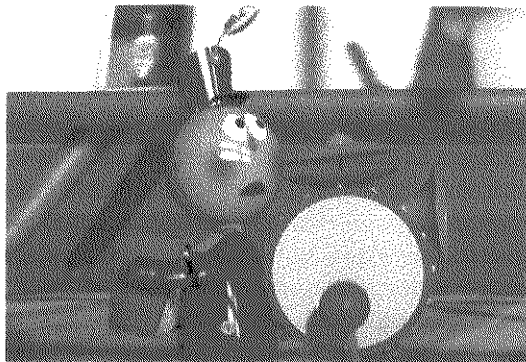
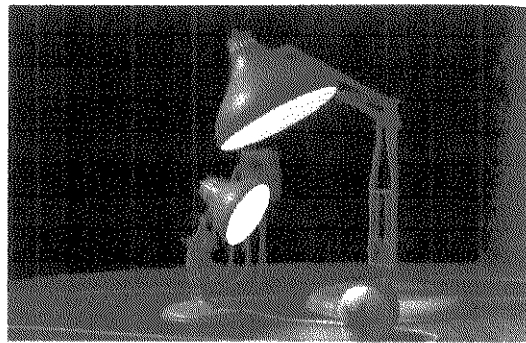
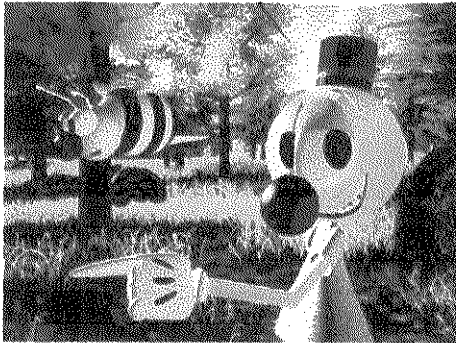
produzido em 1984 (ver figura abaixo ). Ao descrever a idéia do filme, Catmull passou a impressão de pretender utilizar um personagem robô, segundo Lasseter algo como um andróide numa floresta (French, 1995:23). Lasseter propôs algo mais conveniente, com visual de cartum, como os primeiros desenhos do Mickey Mouse – era uma coisa jamais feita antes em computação gráfica 3D.

Ao partir para o design dos personagens, Lasseter sentiu a dificuldade de modelar formas flexíveis no computador. Ele queria uma forma de lágrima para o corpo do bonequinho “André” – isto não só daria uma aparência mais sutil, mas permitiria explorar um movimento mais solto, como uma bexiga cheia d’água. O artista levou os cientistas a reprojetar o sistema, tornando mais eficiente a modelagem e incorporando comandos mais adequados à animação de personagens (French, 1995:24; Rivlin, 1986:239). O filme não chega a durar dois minutos. Tem uma estorinha banal mostrada de maneira igualmente despretenciosa (teve a direção de Alvy Ray Smith). Foi produzido com a intenção de sempre: dar visibilidade as tecnologias desenvolvidas na Lucasfilm ( no caso, particularmente o *motion blur*, *particle systems* e *render*). Realmente estes recursos impressionaram a audiência do SIGGRAPH, mas o que causou sensação foi a animação fluida dos dois personagens que dava vida ao filme. As pessoas procuravam Lasseter para saber qual *software* ele havia usado para conseguir movimentos tão vivazes, sem a dureza e a falta de expressão típicas das figuras animadas em 3D. Surpreenderam-se ao ser informadas que ele tinha animado através da técnica básica de *keyframe*, simulada pela computação e empregada por todo mundo desde os anos 60. Lasseter então percebeu que aquelas pessoas (um público formado por pessoal técnico/científico da informática) estavam observando pela primeira vez a aplicação dos princípios tradicionais da animação na computação gráfica tridimensional (French, 1995:21). Eles passaram a compreender que a expressão era antes de tudo uma questão de design e encenação, a arte propriamente dita. Podiam ver isto, por exemplo, no personagem “Wally B.”, a abelhinha do filme. Lasseter desenhou seus pés sem que estes estivessem ligados por pernas ao corpo. Além do mais eram grandes e sugeriam peso. Estes artifícios criativos contornavam as limitações do sistema computadorizado, oferecendo mais liberdade ao animador. Lasseter ficava mais à vontade para aplicar os princípios de animação em “Wally B.”; os pés da personagem pendiam com seu peso, partiam atrasados quando a abelha se movia, eram deformados pelo impulso dos deslocamentos. As antenas da abelha também apresentavam estas características, mas pareciam feitas de outro tipo de material devido a aplicação diferenciada dos princípios.

As conquistas expressivas claramente visíveis na animação de *The Adventures of Andre and Wally B.* – e as reações provocadas – levaram John Lasseter a apurar seu entendimento dos princípios de animação no ambiente da computação 3D. As conseqüências estão presentes no filme de 1986, *Luxo Jr.*, obra prima da animação computadorizada que representa uma ruptura na história da animação comparável a marcos como *Gertie The Dinossaur* e *Steamboat Willie*. Foi o primeiro filme de animação computadorizada 3D a obter reconhecimento fora da comunidade de computação gráfica, aclamado por críticos e artistas por suas virtudes cinematográficas (Furniss, 1998:183). Foi também a primeira animação computadorizada 3D a receber indicação para o Oscar de Hollywood.

Sendo um projeto concebido e sob total controle do artista, Lasseter pôde amarrar com precisão a estória, design e encenação, com o cuidado de evitar exigir mais do computador do que ele poderia fazer. Ao contrário do filme anterior que tinha estória fraca e personagens que destoavam do cenário, *Luxo Jr.* aborda um tema de grande apelo, tratado de maneira descontraída, com uma definição perfeita de personagens e cenário. Descreve um momento afetuoso da relação entre pai (racional, paciente) e filho (imprudente, agitado) baseando-se

inteiramente no movimento para caracterizar suas personalidades. Puro teatro. A escolha do abajur como modelo foi um grande achado, inteiramente conveniente ao acabamento e a mecânica da computação gráfica naquele estágio.



**Fig. 195** JOHN LASSETER. No sentido horário: *The Adventures of Andre and Wally B.* (1984); *Luxo Jr.* (1986); *Tin Toy* (1988).

Quase tão importante quanto este filme foi a exposição de John Lasseter, na mesma edição do SIGGRAPH em que foi exibido *Luxo Jr.*, do trabalho intitulado *Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation* (1987:35-44), em que ele detalha os conceitos fundamentais da animação e discute a adaptação ao ambiente da animação computadorizada 3D. Lasseter chamava atenção para aspectos jamais considerados na pesquisa científica em computação gráfica, estimulando novas linhas de investigação relacionadas a tópicos avançados da animação de personagens (como animação comportamental e a extensão da noção de camada para o movimento especificado através de simulação). A influência desse trabalho pode ainda ser verificada pela seleção do artigo de mesmo título referente àquela apresentação para integrar a publicação intitulada *Seminal Graphics: Pioneering Efforts That Shaped the Field* (editada em 1998 pela ACM SIGGRAPH), que reúne os quarenta e oito textos mais importantes para o desenvolvimento da computação gráfica.

Dois anos depois John Lasseter realizaria o filme que lhe deu o Oscar de Melhor Filme de Animação (*Tin Toy*, 1988), o primeiro de uma produção computadorizada 3D, contendo os elementos que serviria mais tarde para a produção de *Toy Story*. Se transformou no mais bem sucedido artista a explorar os recursos oferecidos pela computação gráfica.

O caminho estava aberto. A orientação a seguir era inequívoca. A animação computadorizada havia conseguido, enfim, ser utilizada para gerar o primeiro trabalho (*Luxo Jr.*) que podia competir seriamente com obras criadas por meios tradicionais. Deve-se ressaltar, porém, que entre os fatores que proporcionaram tal conquista, destaca-se o fato do trabalho ter sido realizado por um artista talentoso detentor dos conhecimentos fundamentais à construção artística.



## CONCLUSÃO

A trajetória da arte no século XX é emblemática das contradições deste período e isto envolve sua relação com a técnica. Por todo o tempo existiu um descompasso quanto ao emprego de uma técnica que permitisse igualmente expandir as possibilidades expressivas e ampliar o alcance das obras. A questão era não perder de foco a matéria-prima da arte: os elementos básicos com os quais se constrói a informação visual. Isto justificava a permanência de instrumentos e métodos tradicionais como recursos para criação artística, com uma diversificação e sofisticação crescente de materiais e procedimentos. Embora eficiente na manipulação plástica, se caracterizava um afastamento entre a prática artesanal da produção da arte e os meios industriais da produção econômica (Argan, 1988:92).

Sem que fosse o caso de ter de abdicar de recursos tão expressivos (mesmo porque uma nova técnica, por mais revolucionária que seja, não torna obsoleta aquelas já existentes), ainda assim os artistas sentiam a necessidade de processos flexíveis condizentes com a dinâmica de uma sociedade que se queria produtiva mas sem o ranço do estado moderno mecanicista e fragmentário, com suas ideologias sufocantes que pouco valorizavam o indivíduo (é curioso, mas percebemos uma afinidade entre o *indivíduo* e o *elemento visual*, partículas discretas a partir das quais chegamos a formações complexas).

Vimos que o computador veio trazer a solução tecnológica que possibilitou atender aos anseios da arte e da sociedade. Mas surgiu inicialmente impregnado dos vícios e valores do passado recente – autoritário, centralizador, enigmático – oferecendo pouca serventia para a coletividade. Quando refez sua rota e se colocou ao serviço da sociedade ajustando-se às necessidades específicas, então a tecnologia digital fez toda a diferença. E só com este encaminhamento a arte poderia vir a ser beneficiada com os recursos da informática. Foi contando com a condição facilitadora da tecnologia digital que a computação gráfica pôde se transformar na ferramenta artística poderosa que hoje dispomos. Mas a computação gráfica não é a panacéia que veio resolver todos os problemas da arte, transformar qualquer um em artista ou – como alguns quiseram inicialmente – ser o bastião de uns poucos eleitos, significando a obsolescência completa de técnicas e princípios tradicionais da arte que por consequência excluiria da nova ordem os artistas detentores de tais conhecimentos. Segundo esse pensamento, os artistas seriam refratários a nova tecnologia, mas se quisessem fazer uso dela teriam que aprender a lidar com equações matemáticas, compreender a linguagem de máquina e ser capaz de programar computadores através de codificação alfa-numérica.

Demostramos de maneira cabal o equívoco dessa postura, que prosperou justamente no momento em que cientistas e artistas dividiam esforços para buscar superar aquela fase rudimentar da tecnologia digital, em cuja situação quase nada podia oferecer para contribuir significativamente ao trabalho de criação artística visual. Enquanto isso, muitos se aproveitaram da novidade para tirar vantagem do desconhecido, e o que é absurdo, fazendo a apologia do difícil – o que fere a lógica do mundo. Foi aí que vicejou o discurso que procurava associar arte e ciência, estabelecendo uma confusão que se mostrou prejudicial tanto à parcela técnico/científica da computação gráfica quanto à artística. Sem a orientação correta, cientistas desperdiçavam tempo e recursos em investigações mal direcionadas e apresentavam o resultado, muitas vezes precário, de experiências puramente técnicas como



sendo arte legítima (não devemos esquecer que a arte passara a ser “terra de ninguém” e em seu nome as coisas mais sem sentido podiam ser defendidas). Por sua vez, os artistas seguiam caminhos tortuosos pela programação tradicional, considerando um grande feito artístico simplesmente renderizar uma imagem no computador – era quando se passava a considerar a criação das ferramentas de *software* para construir imagens como sendo a *arte*. Interessante é que nas exposições dessas “computer art” era exibido o produto (as imagens), numa incoerência total. Para complicar, havia quase sempre uma mistura de trabalhos ditos de arte (imagens sem finalidade prática), trabalhos de desenho industrial, visualizações científicas, gráficos para experiência com percepção visual, tudo dividindo os mesmos espaços das mostras, o que tornava difícil avaliar o que quer que fosse – programas, máquinas, gráficos, processos, etc. – com possível interesse para a arte (Spalter, 1999:17). Ainda assim, propagandeavam, com notório exagero, as maravilhas da computação gráfica, que não correspondia ao que era dado ver ao público. Na opinião daqueles realmente engajados no melhoramento e uso adequado dos computadores, esse comportamento só atrapalhava o desenvolvimento dos recursos, como se vê nesta declaração de James Kristoff, presidente da Metrolight, importante estúdio de animação feita com computadores nos Estados Unidos: “Os visionários lá fora foram nossos piores inimigos” (citado por Solomon, 1994:302).

Havia, com certeza, a necessidade de conhecimento do funcionamento da nova tecnologia (quando ela então se mostrava em condições de aplicação satisfatória na arte), o que não devia ser confundido com formação técnico/científica. Isso ocorre em qualquer atividade que envolva o uso de equipamentos, contando ou não com recursos de computação. Verificamos que na medida que se foi tendo a percepção correta dos limites de ação do que era pertinente à arte e à ciência, a arte (principalmente) pôde evoluir satisfatoriamente no ambiente digital. É quando percebemos o valor dos conhecimentos específicos do campo artístico, sobre os quais nada se falava, mas que sem a devida consideração a arte não se manifesta.

Por trás dessa omissão está a reserva em reconhecer a importância de conceitos e métodos clássicos da arte desprezados com a chegada do século XX pela maior parte das tendências modernas, mas que desempenharam um papel crucial no advento da computação gráfica e em sua exploração. Este foi um duro golpe nas idéias que deram sustentação a arte moderna, que pregava a desimportância dos conhecimentos acadêmicos, privilegiava a teoria em substituição a prática e desprezava completamente a perspectiva. Mas o pior de tudo foi a defesa de uma tal de “livre expressão”, que só significava mesmo a total ausência de regras, um esquema, um método a que se referir. Por aí não é de espantar a desintegração que se verificou no segmento tradicional das artes plásticas, o da pintura e da escultura estudado pela crítica dita “séria”, que por outro lado torcia o nariz para o que acontecia no âmbito da ilustração e animação, para onde se voltava pintores e desenhistas com sólido conhecimento clássico. H.R. Giger, artista plástico comentado no texto do capítulo III, é muito mais conhecido por seu sucesso como ilustrador. Não aparece em nenhum estudo de arte, o mesmo acontecendo com o desenhista M.C. Escher, que produziu gravuras em perspectiva que dizem mais sobre a relatividade do tempo e do espaço do que tudo que se escreveu fazendo tal relação com a pintura cubista e demais tendências expressionistas. Neste aspecto ele se coloca ao lado de geniais artistas que dignificam a arte do século XX, como os surrealistas Salvador Dali e René Magritte. Vale notar que do ponto de vista da iconografia em evidência na publicidade e no cinema, com enorme penetração junto ao

público, o destaque fica para pintores, ilustradores e animadores que, por possuírem formação clássica, estão mais aptos a explorar uma parcela mais vasta do imaginário visual – por isto mesmo são os mais requisitados e bem remunerados no mercado.

Portanto, as iniciativas realmente válidas de criação visual pelo uso do computador se tornaram possíveis pela incorporação nos sistemas digitais de algoritmos que simulavam procedimentos tradicionais da arte, melhor representado pela perspectiva. Os esquemas de construção e renderização mais complexa de imagens 3D também se apoiam em abordagens encontradas na tradição clássica da arte, como os esboços estruturais em arame dos modelos, o uso de primitivas geométricas, conceito de camadas, conceito de *keyframe*, entre tantos outros comentados no texto. Claro está que a computação gráfica se baseia em um método definido de funcionamento. Esse método se vale de conceitos tradicionais da arte. Mas sendo um ambiente novo, de características próprias, a computação gráfica também teve de desenvolver regras próprias – até para poder termos acesso aos recursos tradicionais simulados no ambiente digital.

Essa conjunção de procedimentos novos e “velhos” define os sistemas de computação gráfica (aí incluído os sistemas de pintura e animação 2D), que podem variar na riqueza de recursos, design de interface, tipos de interação, comandos, etc. Temos aqui um esquema, uma estrutura original para o trabalho de elaboração plástica que só encontra paralelo na história da arte com o revolucionário uso da perspectiva e da técnica do óleo sobre tela no Renascimento. A nova ferramenta permitia manipulação individual e precisa dos elementos visuais, mais aplicação dos princípios de animação. Prometia níveis de resolução e facilidade de uso que eliminava qualquer possibilidade de um artista vir a ter de se envolver com conceitos arcaicos de computação para tal tipo de aplicação – com exigências de interação direta e resposta em tempo real. E podia lançar mão daquela característica poderosa da informática que é a idéia de *associação*, potencializada pela integração existente na informação tratada digitalmente. Este é o conceito revolucionário da informática, que permite a combinação de todo tipo de dado. Nas artes visuais o potencial é realmente fascinante, pois a composição de elementos visuais pela sintaxe plástica pode experimentar possibilidades jamais consideradas – inclusive por contar com um repertório visual ampliado pelas contribuições que tiveram origem na própria computação gráfica. A combinação de mídias contando com os recursos da interação até criaram novas formas de expressão e entretenimento, já tendo alcançado uma exploração econômica espantosa quando mal sabemos direito como trabalhar nesta área. Aqui temos um exemplo de aplicação sem um método ainda bem definido.

A questão do método é um ponto muito importante. É o *cânon*; palavra que deve causar arrepio em alguns estetas modernos (ou pós-modernos), embora notemos um paradoxo: teóricos pós-modernos exaltam a ciência (que não existe sem o cânon) e tecem loas ao trabalho de programação (que obedece um cânon). Se alguém digita as coordenadas de um cubo e entra com os dados e comando de rotação do cubo no espaço cartesiano 3D, então esse alguém é gênio; se faz o mesmo bastando dar uns poucos cliques no mouse, então não é nada (apesar de ter usado uma forma mais avançada de programação). Existe aí a interferência não só da desconsideração quanto aos procedimentos acadêmicos da arte (os mesmos que estão na base da computação gráfica – quer seja pela digitação de comandos como pelo uso do mouse), mas também um cisma antigo que tem herança na antiguidade e diz respeito ao desprezo pelo trabalho (o trabalho prático, artesanal, que exige habilidade) que está presente entre certas categorias de intelectuais. Entretanto, foi essa habilidade

(relegada a uma *techné*) que se tornou mais tarde “especialidade”, quando passou a ser tratada como “disciplina”, que por sua vez convertia o que era “habilidade artesanal” em metodologia (Drucker, 1993:15, 24, 25 ). Foi assim que a arte se fez arte e a ciência se fez ciência. Mas a arte abdicara de seu método e por isso entrara em descompasso com a sociedade (diz-se que está em crise; crise criativa). Daí vemos com esperança a revalorização do método na arte via tecnologia digital.

De repente, todo mundo agora tinha novamente de se submeter a um método – que vem a ser uma maneira estruturada (um esquema) com a qual lidar, eficientemente, com uma infinita variedade de possibilidades. Sem o estabelecimento de um método na arte não haveria como o artista representar a natureza nem lançar mão de padrões e estratégias que lhe permitisse eficácia no momento de formalizar suas idéias. Para usar o computador, inevitavelmente tinha de fazer uso do esquema, que no caso da arte estava embutido no programa gráfico (o *software* de pintura, animação, edição, etc.). Ao restituir a validade da fórmula, do esquema, no trabalho de criação artística, a computação gráfica recolocava a importância da educação do candidato a artista. E não só quanto ao seu próprio método (o domínio do programa), mas o remetia a conceitos mais abrangentes que só então o capacitaria a formulações artísticas de valor. É o conhecimento das matérias específicas da arte – que envolve formação prática intensa nos fundamentos técnicos, teoria, filosofia e cultura geral. O simples fato de aprofundar-se no domínio do programa já lhe oferece possibilidades concretas de criação visual. Sendo o trabalho com programa 3D, a inabilidade em desenhar e esculpir não seria um fator tão limitante. Neste ambiente o artista usa ferramentas que de certa maneira faz o trabalho por ele. No entanto, a tendência da evolução da tecnologia é permitir uma simulação completa da “metáfora escultórica”, e aí um artista com habilidade tradicional de escultor leva grande vantagem. A mesma coisa vale para o ambiente 2D, apenas envolvendo, neste caso, capacidade de desenho/pintura. Recentemente tem surgido programas que oferecem uma fusão de recursos 2D/3D, o que não muda nada nas afirmações acima.

Desfrutando hoje em dia de programas de nível médio em termos de recursos, até crianças superam com folga muitas das produções realizadas no passado por cientistas e programadores que contaram com máquinas de milhares de dólares. Trabalhos que foram expostos em galerias e considerados exemplos de obras revolucionárias. Na verdade era exemplo de exploração da curiosidade pela novidade. Recurso usado desde sempre.

Isso reforça as afirmações ao longo do texto em que procurávamos separar feitos técnicos de artísticos, procurando desfazer a confusão entre arte e ciência. Fazer uso de uma técnica não transforma ninguém em artista ou cientista. O objetivo com que ele pretende usar a técnica sim, pode determinar se ele está fazendo arte ou ciência. A definição como arte é um pouco mais complicada do que como ciência, pois para fazer arte com “A” maiúsculo não basta produzir boas imagens, é necessário que se perceba uma contribuição original (pessoal) do artista, uma obra bem executada e que tenha expressão. Expressão através de símbolos estéticos. Isto que é difícil explicar é, porém, fácil de perceber. Sentimos quando um trabalho tem expressão.

Mas podemos abordar essa questão mais objetivamente. Alguém que teve formação em arte (um animador, por exemplo), certamente terá mais chances de comunicar expressivamente um determinado estado de espírito de um personagem do que quem não faz idéia do que signifique “ação secundária”. Um pintor que sabe harmonizar ou contrastar cores também se sairá melhor do que quem desconhece os relacionamentos colorísticos. Um

desenhista de talento pode, com traços mínimos, esboçar uma figura que transmita muito mais emoção do que um modelo 3D, gerado num sofisticado programa, sem as devidas considerações de proporção e postura.

Vimos que o desenvolvimento das técnicas não implicava no aparecimento automático da arte. Justamente porque a arte não está no dispositivo, mas na mente do artista. A arte existe como subjetividade, e apenas se manifesta plenamente quando exercida por alguém com talento, devidamente instrumentalizado. Uma pessoa assim capacitada está apta à comunicação da expressão estética. Apenas com estas condições se processa o equilíbrio (dinâmico) entre fatores subjetivos (arte) e fatores objetivos (técnica). O artista é quem está autorizado a promover a integração harmoniosa das partes, vindo a criar símbolos expressivos. Vimos a arte da animação surgir pelo uso das técnicas tradicionais quando esta se definiu esteticamente por obra do artista Emile Cohl. Vimos a arte da animação se manifestar por inteiro pelo uso das técnicas digitais quando os princípios artísticos da animação foram aplicados pelo artista John Lasseter.

Os recursos tecnológicos que viabilizam a representação e manipulação visual – que implica em procedimentos específicos – a despeito de toda importância na criação artística contemporânea devem ser apreciados como ferramentas que são, devidamente condicionados às considerações de ordem artística. Tanto é assim que vários dos princípios artísticos estão na base dos algoritmos por trás dos processos digitais mais sofisticados. A abordagem destas ferramentas munido de conhecimento e práticas artísticas clássicas deverão, mais que as próprias técnicas digitais em si, implicar na reformulação visual da sociedade do conhecimento, embora esteja na integração e velocidade do universo digital toda sua força revolucionária.

A educação do novo artista naturalmente passa pelo conhecimento dos conceitos que o qualificam para a operação técnica dos programas (afinal, arte não existe sem técnica que a formalize, com decisivas conseqüências expressivas), mas não pode persistir qualquer dúvida de que se trata de uma questão secundária para a arte – até porque a tecnologia tem sofrido mutações freqüentes e o que é melhor num momento simplesmente vira entulho digital no seguinte. Em primeiríssimo lugar vem os conhecimentos diretamente implicados na formulação artística visual, independentemente das técnicas a serem utilizadas. Desprezar esta orientação significa estar fadado a produzir apenas imagens (apenas amostras descartáveis), jamais arte. Se o objetivo é a criação artística se utilizando de ferramentas digitais, ao contrário do muito anteriormente propagado a respeito da necessidade do domínio de algoritmos e linguagens indiretas de programação (que têm seu lugar no novo atelier virtual), o que mais deve ser enfatizado é o estudo e prática calcados nos conceitos fundamentais da arte, arsenal de conhecimentos clássicos baseados em lógica geométrica e perceptiva que vêm a constituir o que de mais precioso existe para a elaboração plástica de qualidade.

Nunca estiveram tão atuais os preceitos encontrados no tratado renascentista *Da Pintura*, do artista e estudioso Leon Batista Alberti, que descreve o artista como um “homem inteiro”, assentado em saberes e virtudes no plano técnico, moral e estético.

A necessidade de um moderno homem da renascença, para que lance um olhar integrador tanto na ciência como na arte, já havia mesmo sido proposta por Charles Csuri num texto de 1974 (p.515). Naquele momento o computador ainda não tinha se viabilizado enquanto ferramenta artística eficiente – e ainda não chegou ao ponto ideal. Quando isto acontecer, o artista detentor de sólida formação clássica e abastecido com o instrumental de vanguarda é

que irá dotá-lo de sensibilidade e imaginação para a geração de imagens protéicas, substanciosas. É sob seu comando, escrevendo na linguagem da arte, que a cultura visual da sociedade do conhecimento será formulada — atendendo à sinalização enviada pela sociedade.

## BIBLIOGRAFIA

### *Livros:*

- ALBERTI, Leon B. **Da Pintura**; Campinas, Editora da Unicamp, 1992.
- ALEXEIEFF, Alexander. **Illusory Solids in The Motion Picture Synthesis**; In: *Experimental Animation – Origins of a New Art*, Robert Rosset e Cecile Starr; Newtons, Capo Press, pp. 95-96, 1988.
- ARGAN, Giulio C. **Arte e Crítica de Arte**, Lisboa, Editorial Estampa, 1995.
- ARNHEIM, Rudolf R. **Arte e Percepção Visual**; São Paulo, Pioneira, 1986.
- \_\_\_\_\_. **Intuição e Intelecto na Arte**; São Paulo, Martins Fontes, 1989.
- AUMONT, Jacques. **A Imagem**; Campinas, Papirus, 1993.
- AUZENNE, Valliere R. **The Visualization Quest: A History of Computer Animation**; Rutherford, Associated University Presses, 1994.
- BECKER, Beril. **O Homem e a Máquina**; Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1964.
- BENSE, Max. **Pequena Estética**; São Paulo, Ed. Perspectiva, 1975.
- BERENGER, Xavier; COROMINAS, Albert; GARRIGA, Josep. **Os Computadores**; “Biblioteca Salvat de Grandes Temas 27”; Rio de Janeiro, Salvat Editora, 1979.
- BUDNER, Gerald. **Genius at Work: First Impressions of Norman McLaren**; In: *The Art of the Animated Image- An Anthology*, (Org.) Charles Solomon, Los Angeles, The American Film Institute, pp. 59-66, 1987.
- BURDEN, Stuart; GAMBINA Anet; GOOD Dale. **Lace**; In: *Compton's Interactive Encyclopedia*, (Org.) Stuart Burden, Anet Gambina, Dale Good, 1995.
- BURTNYK, Nester; WEIN, Marceli. **Computer Animation**; In: *Encyclopedia of Computer Science and Technology*, (Org.) Marcel Dekker, Vol.5, pp. 397- 436, New York, 1977.
- BUTE, Mary Ellen. **Abstronics**; In: *Experimental Animation – Origins of a New Art*, Robert Russet e Cecile Starr; Newtons, Capo Press, pp. 104-105, 1988.
- CANEMAKER, John. **Felix: The Twisted Tale of the World's Most Famous Cat**; New York, Pantheon Books, 1991.
- \_\_\_\_\_. **Winsor McCay's Little Nemo and How a Mosquito Operates: Beginnings of “Personality” Animation**; In: *The Art of the Animated Image- An Anthology*, (Org.) Charles Solomon, Los Angeles, The American Film Institute, pp. 27-36, 1987.
- CATMULL, Edwin E. **A Subdivision Algorithm for Computer Display of Curved Surfaces**; Tese de Doutorado apresentada ao Deptº de Ciência da Computação da University of Utah, 1974.
- CHIPP, H. B. **Teorias da Arte Moderna**; São Paulo, Martins Fontes, 1993.
- CHUHURRA, Osvaldo L. **Estética de Los Elementos Plásticos**; Barcelona; Labor, 1971.
- COONS, Steven A. **Surfaces for Computer-Aided Design of Space Forms**; Project MAC, Massachusetts Institute of Technology, Junho 1967.
- CRAFTON, Donald. **Before Mickey: The Animated Film 1898-1928**; Chicago, The University of Chicago Press, 1993.

- J. Stuart Blackton's Animated Films**; In: *The Art of the Animated Image - An Anthology*, (Org.) Charles Solomon, Los Angeles, The American Film Institute, pp. 13-26, 1987.
- CULHANE, Shamus. **Animation From Script to Screen**; New York, St. Martin's Press, 1990.
- DARWIN, Charles. **A Origem das Espécies: Ilustrada**; Brasília, Ed. da UnB/Ed. Melhoramentos, 1982.
- DAUBEN, Joseph W. **Mathematics, "History"**; In: *Compton's Interactive Encyclopedia*, (Org.) Stuart Burden, Anet Gambina, Dale Good, 1995.
- DA VINCI, Leonardo. **Tratado de La Pintura**, Buenos Aires, Editorial Goncourt, 1975.
- DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. **O Sonho de Descartes: O Mundo de Acordo com a Matemática**; Rio de Janeiro, Francisco Alves Editora, 1988.
- DEAN, Martin (Org.); EVANS, Chris (Texto). **The Guide to Fantasy Art Techniques**, Limpsfield, Paper Tiger, 1985.
- DEFANTI, Tom. **Computer Graphics as a Way of Life**; In: *The Algorithmic Image*, Robert Rivlin, Redmond, Microsoft Press, pp. XI-XVII, 1986.
- DONDIS, Donis A. **Sintaxe da Linguagem Visual**; São Paulo, Martins Fontes, 1991.
- DRUCKER, Peter. **Sociedade Pós-Capitalista**; São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1993.
- EISNER, Will. **Quadrinhos e Arte Sequencial**; São Paulo, Martins Fontes, 1989.
- FARREL, James. A. **From Pixels to Animation: An Introduction to Graphics Programming**; San Diego, Academic Press, 1994.
- FERRY, Luc. **Homo Aestheticus**; São Paulo, Ensaio, 1994.
- FRANCASTEL, Pierre. **A Realidade Figurativa**; São Paulo, Perspectiva, 1973.
- Arte e Técnica**; Lisboa, Edição "Livros do Brasil" Lisboa, S/D.
- Pintura e Sociedade**; São Paulo, Martins Fontes, 1990.
- FURNISS, Maureen. **Art in Motion: Animation Aesthetics**; Sydney, John Libbey & Company, 1998.
- GARDNER, Howard. **A Nova Ciência da Mente**; São Paulo, Edusp, 1995.
- GARDNER, James. **Cultura ou Lixo?**; Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1996.
- GLEICK, James. **Caos - A Criação de Uma Nova Ciência**; Rio de Janeiro, Campus, 1990.
- GOETHE, Johann. W. **Doutrina das Cores**; São Paulo, Editora Nova Alexandria, 1993.
- GOMBRICH, Ernest, H. **Arte e Ilusão - Um Estudo da Psicologia da Representação Pictórica**; São Paulo, Martins Fontes, 1986.
- GOMES, Jonas; VELHO, Luiz. **Computação Gráfica: Imagem**; Rio de Janeiro, IMPA/SBM, 1994.
- GREENBERG, Donald e col.; **The Computer Image: Applications of Computer Graphics**; Reading, Addison-Wesley, 1982.
- HAAF, Günter. **A Origem da Humanidade**; São Paulo, Ed. Círculo do Livro/Abril, 1979.
- HALAS, John; MANVELL, Roger. **A Técnica da Animação Cinematográfica**; Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1979.
- HARVEY, David. **Condição Pós-Moderna**; São Paulo, Loyola, 1993.
- HILTZIK, Michael. **Dealers of Lightning: Xerox PARC and the Dawn of the Computer Age**; New York, Harper Business, 1999.
- HOGARTH, Burne. **Dynamic Anatomy**; New York, Watson-Guptill Publications, 1990.
- JANKEL, Annabel; MORTON, Rocky. **Creative Computer Graphics**; New York, Cambridge University Press, 1984.



- KANFER, Stefan. **Serious Business: The Art and Commerce of Animation in America from Betty Boop to Toy Story**; New York, Scribner, 1997.
- KERLOW, Isaac V.; ROSEBUSH, Judson. **Computer Graphics for Designers and Artists**; New York, Van Nostrand Reinhold, 1994.
- KERLOW, Isaac. **The Art of 3D Computer Animation and Imaging**; New York, Van Nostrand Reinhold, 1996.
- KNOWLTON, Kenneth C. **Computer Films**; In: *Experimental Animation-Origins of a New Art*, Robert Russett e Cecile Starr; Newtons, Capo Press, pp. 193-196, 1988.
- LASSETER, John; DALY, Steve. **Toy Story: The Art and Making of The Animated Film**; New York, Hyperion, 1995.
- LATHROP, Olin. **The Way Computer Graphics Works**; New York, John Wiley & Sons, 1997.
- LERNER, Eric J. **History of Television Technology**; In: *Compton's Interactive Encyclopedia*, (Org.) Stuart Burden, Anet Gambina, Dale Good, 1995.
- LÉVY, Pierre. **A Máquina Universo: Criação, Cognição e Cultura Informática**; Porto Alegre, ArtMed, 1998.
- LEWIN, Roger. **Complexidade: A Vida no Limite do Caos**; Rio de Janeiro, Editora Rocco, 1994.
- LUTZ, Edwin G. **Animated Cartoons: How They are Made, Their Origin and Development**; Bedford, Applewood Books, 1998.
- MACHADO, Arlindo. **Máquina e Imaginário**; São Paulo, Edusp, 1993.
- MANDELBROT, Benoit. **Fractais: Uma Forma de Arte à Bem da Ciência**; In: *Imagem Máquina: A Era das Tecnologias do Virtual* (Org.) André Parente, Rio de Janeiro, Ed. 34, pp. 195-200, 1993.
- MARCUS, Aaron. **Color: A Tool for Computer Graphics Communication**; In: *The Computer Image*, (Org.) Donald Greenberg, Reading, Addison-Wesley, pp. 76-90, 1982.
- MASSIRONI, Manfredo. **Ver pelo Desenho – Aspectos Técnicos, Cognitivos, Comunicativos**; São Paulo, Livraria Martins Fontes Editora, 1982.
- MASTERS, Gary. **History of the Computer**; In: *Compton's Interactive Encyclopedia*, (Org.) Stuart Burden, Anet Gambina, Dale Good, 1995.
- MEALING, Stuart. **The Art and Science of Computer Animation**; Cromland, 1992.
- MEIRELLES, Fernando de S. **Informática – Novas Aplicações com Microcomputadores**; São Paulo, Makron Books, 1994.
- EDITORA GLOBO. **Microcomputador Curso Básico**; Ed. Globo, Rio de Janeiro, 1987.
- EDITORA GLOBO. **Microcomputador Curso Prático**; Ed. Globo, Rio de Janeiro, 1987.
- MOLES, Abraham. **Arte e Computador**; Porto, Edições Afrontamento, 1990.
- MORRISON, Mike. **Becoming a Computer Animator**; Indianapolis, Howard W. Sams & Company, 1994.
- MOTA, Edson. **Fundamentos para o Estudo da Pintura**; Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1979.
- MUMFORD, Lewis. **Arte e Técnica**; Lisboa, Edições 70, 1986.
- NEWELL, Martin E. **The Utilization of Procedure Models in Digital Image Synthesis**; Tese de Doutorado apresentada ao Deptº de Ciência da Computação da University of Utah, 1975.
- OSTROWER, Fayga. **Universos da Arte**; Rio de Janeiro, Campus, 1991.

- Acasos e Criação Artística**; Rio de Janeiro, Editora Campus, 1990.
- PARRAMÓN, José M. **A Perspectiva na Arte**; Lisboa, Ed. Presença, 1994.
- PEDROSA, Israel. **Da Cor à Cor Inexistente**; Rio de Janeiro, Léo Christiano Editorial, 1995.
- PENROSE, Roger. **A Mente Nova do Rei**; Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1991.
- PLAZA, Julio. **A Imagem Digital – Crise dos Sistemas de Representação**; Tese de livre-docência apresentada ao Deptº de Artes Plásticas da ECA-USP, 1991.
- QUÉAU, Philippe; SICARD, Monique. **Novas Imagens, Novos Olhares**; In: *O Império das Técnicas*, (Org.) Ruth Scheps, pp. 115-126, Campinas, Papirus, 1996.
- RICHARD, Valliere. **Norman McLaren, Manipulator of Movement**; Delaware, University of Delaware Press, 1982.
- RIVLIN, Robert. **The Algorithmic Image: Graphic Visions of The Computer Age**; Redmond, Microsoft Press, 1986.
- ROSE, Kenneth. **Arithmetic, “Addition”**; In: *Compton’s Interactive Encyclopedia*, (Org.) Stuart Burden, Anet Gambina, Dale Good, 1995.
- ROSEBUSH, Judson; SYLVAN, Gwen. **Historical Computer Animation**; SIGGRAPH Video Review (Special Issue 80), Itasca, ACM SIGGRAPH, 1992.
- RUSSET, Robert; STAR, Cecile. **Experimental Animation: Origins of a New Art**; Newtons, Capo Press, 1988.
- SANCHES, José M.; FERNANDES, Reginaldo. **Apostila Sobre os Primeiros Inventos e a História do Cinema de Animação**; São Paulo, Fundação Padre Anchieta, 1979.
- SCHEPS, Ruth. (Org.) **O Império das Técnicas**; Campinas, Editora Papirus, 1996.
- SMITH, David R. **New Dimensions: Beginnings of the Disney Multiplane Camera**; In: *The Art of the Animated Image- An Anthology*, (Org.) Charles Solomon, Los Angeles, The American Film Institute, pp. 37-49, 1987.
- SOKAL, Alan; BRICMONT, Jean. **Imposturas Intelectuais**; Rio de Janeiro, Ed. Record, 1999.
- SOLOMON, Charles. (Org.) **The Art of The Animated Image – An Anthology**; Los Angeles, The American Film Institute, 1987.
- The History of Animation**; New York, Wings Books, 1994.
- SPALTER, Anne M. **The Computer in the Visual Arts**; Reading, Addison-Wesley, 1999.
- STARR, Cecile. **Pioneers of Abstract Animation in Europe**; In: *Experimental Animation: Origins of a New Art*, Robert Russett, Cecile Starr, Newtons, Capo Press, pp. 32-71, 1988.
- THOMAS, Bob. **Disney’s Art of Animation: From Mickey Mouse to Hercules**; New York, Hyperion, 1997.
- THOMAS, Frank; OLLIE, Johnston. **The Illusion of Life: Disney Animation**; New York, Hyperion, 1995.
- VELLOSO, Fernando de C. **Informática: Conceitos Básicos**; Rio de Janeiro, Campus, 1997.
- VERNON, M. D. **Percepção e Experiência**; São Paulo, Perspectiva, 1974.
- VINCE, John. **Computer Graphics for Graphic Designers**; London, Frances Pinter, 1985.
- WHITE, Tony. **The Animator’s Workbook**; New York, Watson-Guption Publications, 1986.
- WHITNEY, John H. **Moving Pictures and Electronic Music**; (extraído de *die Reihe*, 1960); In: *Experimental Animation-Origins of a new Art*, Robert Russet e Cecile Starr; Newtons, Capo Press, pp. 171-173, 1988.

- WONG, Wucius. **Principles of Color Design-Designing with Eletronic Color**; New York, Van Nostrand Reinhold, 1997.
- WOLFE, Tom. **A Palavra Pintada**; Porto Alegre: L & PM, 1987.
- WOLFFLIN, Heinrich. **Conceitos Fundamentais da História da Arte**; São Paulo, Martins Fontes, 1989.
- WOODCOCK, JoAnne e Col. **Dicionário de Informática**; Rio de Janeiro, Microsoft Press/Editora Campus, 1993.
- ZAJAC, Edward E. **Animação Computadorizada**; In: *A Técnica da Animação Cinematográfica*, John Halas e Roger Manvell; Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, pp. 317-325, 1979.

#### *Artigos:*

- ASHDOWN, Ian; HAINES, Eric. **Radiosity On-Line: A Bibliography**; Computer Graphics, Vol 28, nº 4, pp.277-279, Novembro 1994.
- BADLER, Norman; BAJCSY, Ruzena. **Three-dimensional Representations for Computer Graphics and Computer Vision**; SIGGRAPH'78 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 12, nº 3, pp. 153-160, Agosto 1978.
- BARR, Alan H. **Global and Local Deformations of Solid Primitives**; SIGGRAPH'84 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 18, nº 3, pp. 21-31, Julho 1984.
- BARZEL, Ronen; BARR, Alan H. **A Modeling System Based on Dynamic Constraints**; SIGGRAPH'88 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 22, nº 4, pp. 179-188, Agosto 1988.
- BEIER, Thaddeus; NEELY, Shawn. **Feature-Based Image Metamorphosis**; SIGGRAPH'92 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 26, nº 2, pp. 35-42, Julho 1992.
- BENTLEY, Joelle. **Art/Science, Science/Art**; Print, XLIV: III, pp. 112-118, Maio/Junho 1990.
- BLESER, Teresa; SIBERT, John; MCGEE, Patrick. **Charcoal Sketching: Returning Control to The Artist**; ACM Transactions on Graphics, Vol. 7, nº 1, pp. 76-81, Janeiro 1988.
- BLINN, James F. **Models of Light Reflection for Computer Synthesized Pictures**; SIGGRAPH'77 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 11, nº 2, pp. 192-198, Julho 1977.
- \_\_\_\_\_. **Simulation of Wrinkled Surfaces**; SIGGRAPH'78 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 12, nº 3, pp. 286-292, Agosto 1978.
- BLINN, James; NEWELL, Martin E. **Texture and Reflection in Computer Generated Images**; Communications of the ACM, Vol. 19, nº 10, pp. 542-547, Outubro, 1976.
- BOUKNIGHT, W. Jack. **A Procedure for Generation of Three-dimensional Half-Toned Computer Graphics Presentations**; Communications of the ACM, Vol. 13, nº 9, pp. 527- 536, Setembro 1970.

- BURROWS, Peter; GROWER, Ronald. **Steve Jobs, Movie Mogul**; Business Week, pp. 51-55 Novembro 1998.
- BURTNYK, Nester; WEIN, Marcell. **Computer-Generated Key-Frame Animation**; Journal of the SMPTE, Vol. 80, nº 3, pp. 149-153, Março 1971.
- 
- Towards a Computer Animating Production Tool**; Eurocomp Conf. Proc. 1974, OnLine, Brunel, England, pp. 172-185, 1974.
- 
- Computer Animation of Free Form Images**; SIGGRAPH'75 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 9, nº 1, pp. 78-80, 1975.
- 
- Interactive Skeleton Techniques for Enhancing Motion Dynamics in Key Frame Animation**; Communications of the ACM, Vol. 19, nº 10, pp. 564-569, Outubro 1976.
- CARNEY, Raul. **La Animacion a Través de Los Tiempos**; Cinevideo 20, pp. 44-50, Dezembro 1982.
- CATMULL, Edwin. **A System for Computer Generated Movies**; Proceedings ACM Annual Conference, pp. 422-431, Agosto 1972.
- 
- The Problems of Computer-Assisted Animation**; SIGGRAPH'78, Computer Graphics, Vol. 12, nº 3, pp. 348-353, Agosto 1978.
- CHADWICK, John E.; HAUMANN, David R.; PARENT, Richard E. **Layered Construction for Deformable Animated Characters**; SIGGRAPH'89 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 23, nº 3, pp. 243-252, Julho 1989.
- CHANG, Christine Z. (Org.) **Integration of Computer Animation With Other Special Effects Techniques**; Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 347-348, Julho 1987.
- CHRISTIANSEN, Mark. **Sketching With Polygons: Previsualization and The Art of CG Animatics**; Digital Video, pp. 30-40, Outubro 1998.
- CITRON, J; WHITNEY, John H. **CAMP – Computer Assisted Movie Production**; FJCC, AFIPS Conf. Proc., Vol. 33, nº 2, pp. 1299-1305, 1968.
- CLARK, James H. **Hierarchical Geometric Models for Visible Surface Algorithms**; Communications of the ACM, Vol. 19, nº 10, pp.547-554, Outubro 1976.
- COCO, Donna. **Choosing The “Right” Animation System**; CGW, Vol. 20, nº 8, pp. 62-78, Agosto 1997.
- COLLINS, Joan. **SIGGRAPH: Past and present**; AWN, Issue 2.5, Agosto 1997([www.awn.com/mag/issue2.5/2.5pages/2.5collinssiggraph.html](http://www.awn.com/mag/issue2.5/2.5pages/2.5collinssiggraph.html)).
- CRISTIANI, Quirino. **Le Temoignage D'un Pionnier Inconnu**; Animafilm, nº 0, pp. 3-4, Junho 1983.
- CROW, Franklin C. **Shaded Computer Graphics in the Entertainment Industry**; Computer (IEEE), Vol. 11, nº 3, pp. 11-22, Março 1978.
- CSURI, Charles. **Computer Graphics and Art**; Proceedings of the IEEE, Vol. 62, nº 4, pp. 503- 515, Abril, 1974.
- 
- Computer Animation**; SIGGRAPH'75 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 9 nº 1, pp. 92-101, 1975.
- DE REFFYE, Philippe e col. **Plant Models Faithful to Botanical Structure and Development**; SIGGRAPH'88 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 22, nº 4, pp. 151-158, Agosto1988.
- DUNNIWAY, Troy. **3D Paints a Broader Stroke**; CGW, Vol. 20, nº 1, pp.18-24, Janeiro 1997.
- EMMETT, Arielle. **Artists Journey Into 3D**; Computer Artist, pp. 20-25, Julho 1997.

- EVANS, David C. **Computer Logic and Memory**; Scientific American, Vol. 215, nº 3, pp.75-85, Setembro 1966.
- FAVARETTO, Celso. **Estética na Era Tecnológica**; Atrator Estranho, nº 27, Março 1997.
- FOLEY, James D.; WALLACE, Victor L. **The Art of Natural Graphic Man-Machine Conversation**; Proceedings of the IEEE, Vol. 62, nº 4, pp. 462-471, Abril 1974.
- FORCADE, Tim. **Create Natural Action with Hypermatter**; CGW, Vol. 20, nº 8, pp. 99-101, Agosto 1997.
- FORSEY, David R.; BARTELS, Richard H. **Hierarchical B-Spline Refinement**; SIGGRAPH'88 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 22, nº 4, pp. 205-212, Agosto 1988.
- FRANKE, Herbert W. **Mathematics and Computer Art**; Computer Graphics and Art, Yearbook, Vol. 5, pp. 30-41, 1980/1981.
- FRENCH, Lawrence. **CGI Director**; Cinefantastique, Vol. 27, nº 2, pp.20-21, Novembro 1995.
- \_\_\_\_\_. **Pixar**; Cinefantastique, Vol. 27, nº 2, pp. 23-25, Novembro 1995.
- GIRARD, Michael; MACIEJEWSKI, Anthony A. **Computational Modeling for the Computer Animation of Legged Figures**; SIGGRAPH'85 Conf. Proc, Computer Graphics, Vol. 19, nº3, pp. 263-270, Julho 1985.
- GOMES, Jonas; VELHO, Luiz. **Computação Gráfica**; Ciência Hoje, Vol. 10, nº 56, pp. 36-47, Agosto 1989.
- GORAL, Cindy M. e col. **Modeling the Interaction of Light Between Diffuse Surfaces**; SIGGRAPH'84 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 18, nº 3, pp.213-222, Julho 1984.
- GOURAUD, Henri. **Continuous Shading of Curved Surfaces**; IEEE Transactions on Computers, Vol. C-20, nº 6, pp. 623-629, Junho 1971.
- GOURRET, Jean-Paul; THALMANN, Nadia M.; THALMANN, Daniel. **Simulation of Object and Human Skin Deformations in a Grasping Task**; SIGGRAPH'89 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 23, nº 3, pp. 21-30, Julho 1989.
- GRAVES, Gaye L. **The Magic of Metaballs**; CGW, Vol. 16, nº 5, pp.26-32, Maio 1993.
- GREENBERG, Donald P. **An Interdisciplinary Laboratory for Graphics Research and Applications**; SIGGRAPH'77 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 11, nº 2, pp. 90-97, Julho 1977.
- \_\_\_\_\_. **1987 Steven A. Coons Award Lecture**; Computer Graphics, Vol.22, nº 1, pp. 7-14, Fevereiro 1988.
- HACKATHORN, Ronald J. **Anima II: A 3D Color Animation System**; SIGGRAPH'77 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 11, nº 2, pp. 54-64, 1977.
- HAHN, James K. **Realistic Animation of Rigid Bodies**; SIGGRAPH'88 Conf. Proc, Computer Graphics, Vol. 22, nº 4, pp. 299-308, Agosto 1988.
- HALAS, John. **Introducing a New Visual Language**; Animafilm, nº 0, pp. 5-7, Junho 1983.
- HARS, Adele. **Masters of Motion Capture**; CGW, Vol. 19, nº 10, pp. 26-34, Outubro 1996.
- HERTLEIN, Grace C. **The State of the Art of Computer Art 1979**; Computer Graphics and Art, Vol. 4, 1979 Yearbook, pp. 34-43, 1979.
- \_\_\_\_\_. **Mathematics Plus Art**; Computer Graphics and Art, Yearbook, Vol. 5, pp. 42-50, 1980/1981.
- HONEY, Francis J. **Artist-Oriented Computer Animation**; Journal of the SMPTE, Vol. 80, nº 3, pp. 154-156, Março 1971.

- ISAACS, Paul M.; COHEN, Michael F. **Controlling Dynamic Simulation with Kinematic Constraints, Behavior Functions and Inverse Dynamics**; SIGGRAPH'87 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 215-224, Julho 1987.
- ISAACSON, Portia e col. **Personal Computing**; Computer, Vol. 11, nº 9, pp. 86-97, Setembro 1978.
- KAY, Alan; GOLDBERG, Adele. **Personal Dynamic Media**; Computer Vol. 10, nº 3, pp. 31-41, Março 1977.
- KERLOW, Isaac V. **The Computer as an Artistic Tool**; Byte, Vol. 9, nº 10, pp. 189-206, Setembro 1984.
- KNOWLTON, Kenneth C. **A Computer Technique for Producing Animated Movies**; SJCC, AFIPS Conf. Proc., Vol. 25, pp. 67-87, 1964.
- 
- Computer-Produced Movies**; Science, nº 150, pp. 1116-1120, 1965.
- KOCHANER, Doris. H; BARTELS, Richard H. **Interpolating Splines with Local Tension, Continuity, and Bias Control**; SIGGRAPH'84, Computer Graphics, Vol. 18, nº 3, pp. 33-41, Julho 1984.
- LASSETER, John. **Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation**; SIGGRAPH'87 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 35-44, Julho 1987.
- 
- (Org.) **Traditions and the Future of Character Animation**; Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 327-328, Julho 1987.
- LEVOY, Mark. **A Color Animation System Based on the Multiplane Technique**; SIGGRAPH' 77, Computer Graphics, Vol. 11, nº 2, pp. 64-71, Julho 1977.
- LONDON, Sherry. **The State of 3D**; Computer Artist, pp. 27-29, Julho 1997.
- MACHOVER, Carl. **A Brief, Personal History of Computer Graphics**; Computer, Vol. 11, nº 11, pp. 38-45, Novembro 1978.
- MACNICOL, Gregory; **3D Animation Inexpensive and Effective**; CGW, Vol. 16, nº 4, pp. 37-44, Abril 1993.
- MAESTRI, George. **A Window of Opportunity?**; CGW, Vol. 19, nº 4, pp. 32-40, Abril 1996.
- MAHONEY, Diana. P. **Animating Nature**; CGW, Vol. 19, nº 12, pp. 40-46, Dezembro 1996.
- 
- Face Tracking**; CGW, Vol. 20, nº 4, pp. 23-28, Abril 1997.
- MALONE, M. S. **A Revolução dos Chips Apenas Começou**; Infoexame, Ano 11, nº 121, pp.86-90, Abril 1996.
- MICROSOFT, **Defining High-End 3D Computer Animation**; MICROSOFT CORPORATION, 1996.
- MOORE, Mathew; WILHELMS, Jane. **Collision Detection and Response for Computer Animation**; SIGGRAPH'88 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 22, nº 4, pp. 289-298, Agosto 1988.
- MURAKI, Shigeru. **Volumetric Shape Description of Range Data using "Blobby Model"**; SIGGRAPH'91 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 25, nº 4, pp. 227-235, Julho 1991.
- NEWMAN, W. M. **A Graphical Technique for Numerical Input**; The Computer Journal, Vol. 11, nº 1, pp. 63-64, Maio 1968

- NOLL, A. Michael. **The Beginnings of Computer Art in the United States: A Memoir**; Leonardo, Vol. 27, nº 1, pp. 39-44, 1994.
- PARENT, Richard E. **A System for Sculpting 3D Data**; SIGGRAPH'77 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 11, nº 2, pp. 138-147, Julho 1977.
- PHONG, Bui T. **Illumination for Computer Generated Pictures**; Communications of the ACM, Vol. 18, nº 6, pp. 311-317, Junho 1975.
- REEVES, William T. **Inbetweening For Computer Animation Utilizing Moving Point Constraints**; SIGGRAPH'81, Computer Graphics, Vol. 15, nº 13, pp. 263-270, Agosto 1981.
- 
- Particle Systems – A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Objects**; Computer Graphics, Vol. 17, nº 3, pp. 359-376, Julho 1983.
- REYNOLDS, Craig W. **Flocks, Herds and Schools: A Distributed Behavioral Model**; SIGGRAPH'87 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 25-34, Julho 1987.
- RONCARELLI, Robi. **Feeding a Hungry Market**; CGW, Vol. 21, nº 10, pp. 13-14, Outubro 1998.
- SETTI, R. B. **O Chip do Futuro**; Superinteressante, Ano 11, nº 7, pp.68-77, Julho 1997.
- SIMS, Karl. **Artificial Evolution for Computer Graphics**; SIGGRAPH'91 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 25, nº 4, pp. 319-328, Julho 1991.
- 
- Particle Animation and Rendering Using Data Parallel Computation**; SIGGRAPH'90 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 24, nº 4, pp. 405-413, Agosto 1990.
- SINDEN, Frank W. **Synthetic Cinematography**; Perspective, nº 7, pp. 279-289, 1965.
- SMITH, Alvy R. **The Stuff of Dreams**; CGW, Vol. 21, nº 7, pp. 27-29, Julho 1998.
- 
- Digital Paint Systems Historical Overview**; Microsoft Technical Memo nº 14, Maio 1997.
- 
- Alpha and the History of Digital Compositing**; Microsoft Technical Memo nº 7, Agosto 1995.
- SORENSEN, Peter R. **Simulating Reality with Computer Graphics**; Byte, Vol. 9, nº 3, pp. 106-134, Março 1984.
- SUTHERLAND, Ivan E. **Computer Inputs and Outputs**; Scientific American, Vol. 215, nº 3, pp. 86-96, Setembro 1966.
- 
- Computer Display**; Scientific American, Vol. 222, nº 6, pp. 57-81, Junho 1970.
- TALBOT, Anne P. e col.; **Animator: An On-Line Two-dimensional Film Animation System**; Communications of the ACM, Vol. 14, nº 4, pp. 251-259, Abril 1971.
- TERZOPOULOS, Demetri; FLEISCHER, Kurt. **Modeling Inelastic Deformation: Viscoelasticity, Plasticity, Fracture**; SIGGRAPH'88 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 22, nº 4, pp. 269-278, Agosto 1988.
- TERZOPOULOS, Demetri e col. **Elastically Deformable Models**; SIGGRAPH'87 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 205-214, Julho 1987.
- THOMAS, Frank. **Can Classic Disney Animation be Duplicated on the Computer?**; Computer Pictures, Vol. 2, Issue 4, pp. 20-26, Julho/Agosto 1984.
- TOWNSEND, Emru. **Along the Banks of the St. Lawrence**; AWN, Issue 3.12, Março 1999 ([www.awn.com/mag/issue3.12/3.12pages/townsendcanada.php3](http://www.awn.com/mag/issue3.12/3.12pages/townsendcanada.php3)).
- UPSON, Craig. (Org.) **The Physical Simulation and Visual Representation of Natural Phenomena**; Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 335-336, Julho 1987.



VAN DAM, Andries. **Computer Software for Graphics**; Scientific American, Vol. 251, nº 3, pp. 102-113, Setembro 1984.

---

**Computer Graphics Comes of Age – An Interview with Andries Van Dam**; Communications of the ACM, Vol. 27, nº 7, pp. 638-648, Julho, 1984.

VILPPU, Glenn. **Never Underestimate the Power of Life Drawing**; AWM, Issue 2.3, Junho 1997 ([www.awn.com/mag/issue2.3/issue2.3pages/2.3vilppu.html](http://www.awn.com/mag/issue2.3/issue2.3pages/2.3vilppu.html)).

VRCHOTA, Janet. **Stan VanDerBeek: Technology's Migrant Fruitpicker**; In: *Experimental Animation-Origins of a New Art*, Robert Russett e Cecile Starr; Newtons, Capo Press, pp. 198-202, 1988.

WALLACE, John R.; COHEN, Michael F.; GREENBERG, Donald P. **A Two-Pass Solution to the Rendering Equation: A Synthesis of Ray Tracing and Radiosity Methods**; SIGGRAPH'87 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 311-320, Julho 1987.

WALLACE, Bruce A. **Merging and Transformation of Raster Images for Cartoon Animation**; Computer Graphics, Vol. 15, nº 3, pp. 253-262, Agosto 1981.

WATERS, Keith. **A Muscle Model for Animating Three-Dimensional Facial Expression**; Computer Graphics, Vol. 21, nº 4, pp. 17-24, Julho 1987.

WHITNEY, John. **A Computer Art for the Video Picture Wall**; Proceedings IFIPS Congress 1971, North-Holland, Amsterdam, pp. 1382-1386, 1972.

WHITTET, Turner. **Some Recent Advances in Computer Graphics**; Science, Vol. 215, nº 4534, pp. 767-774, Fevereiro 1982.

---

**An Improved Illumination Model for Shaded Display**; Communications of the ACM, Vol. 23, nº 6, pp. 343-349, Junho 1980.

WITKIN, Andrew.; KASS, Michael. **Spacetime Constraints**; SIGGRAPH'88 Conf. Proc., Computer Graphics, Vol. 22, nº 4, pp. 159-168, Agosto 1988.

WOHLERS, Terry. **The Technology Behind 3D Digitizing**; CGW, Vol. 20, nº 3, pp. 47-54, Março 1997.

#### *Videos:*

ANDERSON, Sherwood; WEINER, Donald. **CAMP-Computer Aided Motion Pictures**; Syracuse University, 16mm P&B, 11:00, 1967.

BAECKER, Ron; SMITH, Lynn. **GENESYS: An Interactive Computer-Mediated Animation System**; MIT Lincoln Laboratory, 16mm Cor, 15:30, 1969.

BURTNYK, Nestor; WEIN, Marcell. **Key Frame Animation**; National Research Council of Canada, 16mm Cor, 7:30, 1970.

COMPUTER IMAGE CORPORATION. **First Commercial Demonstration Reel**; CIC, 16mm Cor, 2:00, 1969.

KING, Ellis F. **Movies from Computers: An Interim Report**; Educational Services Inc., The National Committee for Electrical Engineering Films, e National Science Foundation, 16mm P&B, 20:00, 1969.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **MIT Lincoln Laboratory TX-0**; Digital Computer Group of MIT Lincoln Labs, 16mm P&B, 8:30, 1959.

MATHEMATICAL APPLICATIONS GROUP, Inc. **Synthavision Sampler**; MAGI 16mm Cor, 8:00, 1973.

WESTERN ELECTRIC. **In Your Defense: SAGE**; United States Air Force, 16mm Cor, 6:00, 1961.

WHITNEY, John. **Catalog**; 16mm Cor, 7:00, 1961.

ZAJAC, Edward E. **Simulation of a Two Gyro Gravity Gradient Attitude Control System**; Bell Telephone Laboratories, 16mm P&B, 3:50, 1963.